p. 476

日本水産学会誌

第二十一卷　第七號

Bulletin of the Japanese
Society of Scientific Fisheries

Vol. 21, No. 7, 1955

目　次

日向灘イワシ巾着網模型実験一Ⅲ．一定の速度で環締した場合の環網にかゝる張力の変化に就いて……飯高勇之助……459
若狭湾西部漁場における漁況学的研究一Ⅱ．ブリの鱗と体長・年令との関係……三谷文夫……463
イワシとその食餌プランクトンとの関係一Ⅱ．マイワシの攝餌機構について……吉田陽一……467
九州西海域のマイワシの生長と食餌の関係……山下秀夫……471
マコガレイ卵巣卵の成熟過程について……狩谷貞二・白箕総一郎……476
鱶赤病鰻血液の病理学的観察……保科利一・片田清次……483
水産動物に対する有害物質の有害度に関する研究一Ⅰ．有害度の測定方法について…福田博業…486
各種水産動物中の動物性蛋白因子（APF）及びビタミン B_{12} について一Ⅵ．大腸菌乾燥菌体によるビタミン B_{12} の分解……森高次郎・前田安彦……492
水産動物組織の酵素分解に関する研究一Ⅰ．筋肉よりアンモニアの生成（ⅰ）……柏田研一……494
水産動物組織の酵素分解に関する研究一Ⅱ．筋肉よりアンモニアの生成（ⅱ）……柏田研一……498
かまぼこの足について一Ⅸ．塩類の影響（その2）食塩濃度と足……志水　寛・清水　亘……501
魚体完全利用に関する研究一Ⅳ．イカ内臓より製造せるフィッシュ，ソリブル飼料及び二，三魚類内臓の化学成分について（その1）……川田　寛・片谷健一・高橋　喬・栗山英彌……503

昭和三十年

日本水産学会

The Japanese Society of Scientific Fisheries

TOKYO

MAR 1956
LIBRARY
POFI
FISH & WILDLIFE
SERVICE

CONTENTS

Model experiments on the sardine purse seine operating in Hyuganada—Ⅲ.
……Yunosuke IITAKA……459

Studies on the fishing conditions of some useful fishes in the western region of Wakasa Bay—Ⅱ. Relation between the scale of yellow-tail *Seriola quinqueradiata* T. et S. and fork length and age
……Fumio MITANI……463

Relation between the sardine and the food plankton—Ⅱ. On the feeding mechanism of *Sardinops melanosticta*……Yoichi YOSHIDA……467

The feeding habit of sardine, *Sardinia melanosticta*, in the waters adjacent to Kjusyu, with reference to its growth……Hideo YAMASHITA……471

On the growth of the ovum of the flatfish, *Limanda yokohamae* (GÜNTHER)……Teiji KARIYA and Soichino SHIRAHATA……476

Some pathological observations on the blood of eels suffering from "Ped Disease"……Toshikazu HOSHINA and Seiji KATADA……483

Poisoning of aquatic animals with some toxic substances—I. Method of estimation of toxicity……Hironari FUKUDA……486

Animal protein factor (APF) and vitamine B_{12} in marine products—Ⅵ. Degradation of vitamin B_{12} by the vacuum dried cell of *Escherichia coli*……Takajiro MORI and Yasuhiko MAEDA……492

Studies on the enzymatic degradation of aquatic animal tissue—I. Ammonia formation in muscle (I)……Ken-ichi KASHIWADA……494

Studies on the enzymatic degradation of aquatic animal tissue—Ⅱ. Ammonia formation in muscle (Ⅱ)……Ken-ichi KASHIWADA……498

Studies on jelly strengh of Kamaboko—Ⅺ. On influence of salt (2) Sodium chloirde……Yutaka SHIMIZU and Wutaru SIMIDU……501

Studies on the complete utilization of whole fish—Ⅳ. The chemical composition of some fish viscera and the fish solubule feed made from cuttle fish liver (I)……Hiroshi KAWADA, Kenichi KATAYA, Takashi TAKAHASHI and Hideya KURIYAMA……503

All communications and publications should be addressed to :
Japanese Society of Scientific Fisheries c/o **Tokaiku Suisan Kenkyujo Tsukishima, Kyobashi, Tokyo, Japan.**

日向灘イワシ巾着網の模型実験—Ⅲ. 一定の速度で環締した場合の環綱にかゝる張力の変化に就いて

飯高勇之助
（京都大学農学部水産学教室）

Model Experiments on the Sardine Purse Seine Operating in Hyuganada——Ⅲ.

Yûnosuke IITAKA

As the third step in the experimental studies of the purse seine in the stratified layer current*, a series of model experiments was made with the purpose of investigating the timely change of the tension of the purse line and the shape of the net in the course of pursing operation. The model gear is the same as was used in the previous experiments[2]. The pursing apparatus and the tension selfrecorder of the purse line were specially designed (Fig. 1). In the two cases; A, when the bottom margin of the net has sunk completely and B, when it is in course of sinking, the pursing was begun and then the tension was selfrecorded (Plate 1), at the same time, the transformation of the net was photograghed (Plate 2).

As the results of this experiment, it was observed that in the case A, the tension of the purse line begins to act as soon as the pursing begins (Fig. 2), but in the case of B, it does not act untill the first 1/6 stage of pursing procedure is finished, and then it increases sharply (Fig. 3). After the first 1/2 stage, the changes of tension in both cases take the same pattern (Fig. 4). The case B was considered to be more dangerous than the case A for the occurrence of *kankui***.

先に（1954）井上[1]は千葉県館山のビニロン・イワシ巾着網（浮子綱：176 m, 沈子綱：189 m）の1/70模型を用い，網裾が完全に沈降し終つた後に環締操作を行つた場合の環綱にかゝる張力及び形状に就いて観測した。然しながら，前報[2]の実験に従えば日向灘イワシ巾着網漁業では，網裾が沈降していく途中で環締作業が開始されると推察された。従つて，若しこの推察に大きな過ちがないとすれば，操業中の環綱にかゝる張力及び網裾の時間的変化は，井上の観測結果より余程複雑であり，又この事が環喰現象発生に密接な影響があるに違いないと想像される。こうした事から，模型実験でも網裾が沈降しつゝある時に，環締操作を行い，その際の環綱にかゝる張力及び形状を観測する事が巾着網漁業の研究の上からも，又環喰現象糺明の面からも重要であらうと考えられる。そこで著者は，実物網を前報の日向灘，綿糸イワシ巾着網（浮子綱：288 m, 沈子綱：308 m）として作成した1/250田内模型をそのまゝ再び用い，これを静止水槽中に投網し，網裾の沈降途上で特別に設計・製作した装置をもつて環締し，同時に環綱にかゝる張力を自記し，その結果に就いて考察を試みた。

実験装置とその方法

実験装置は投網装置，環締装置及び自記装置に分れる。投網装置は前報記載の装置であり，環締装置及び

1955 年5月9日受理

* This is frequently called "*Siome*" by japanese fishermen.

** Tasae KAWAKAMI and Yûnosuke IITAKA, "On a Simple Instrument, *Siome-Ito*, for Detecting Underwater Current", *Bul. Jap. Soc. Sci. fish.*, **20** (11), 1955.

自記装置は Fig. 1 に示す通りである。即ち，1/8 HP の変速モーター（A）に2段階の減速装置（B_1 及び B_2），クラッチ（D）及び環締用巻取りドラム（E）を連結してA，B及びDを調節することによりEの廻転角速度を自由に制御できるようにした。他方，模型網の環綱（J）は1本に纏めて第1，第2，第3及び第4の滑車（C_1，C_2，C_3 及び C_4）を通してその糸の先端をEに固定した。これらの滑車のうち C_3 は，自記用の廻転円筒と平行に備えたレールの上の箱車（G）の上に固定し，Gには自記用のペン（I）及び鐵鉄製のスプリング（H）の一端を固定し，又Iの一端はFの記録紙上に軽く接触させた。更にHの一端はレールの外の鉄柱に固定し，Fの心棒とEの心棒とにはプーリーを取つけ，ベルトで連結してEの廻転をFに伝達させた。従つてA→B→D→Eの一連の運転により，一定の既知等角速度となつたEの廻転で，網裾より引入れられた環綱は各滑車を通つてEに巻取られる。そしてその間に環綱にかゝる張力はHの伸縮に従つてIによつてFの記録紙上に自記された。

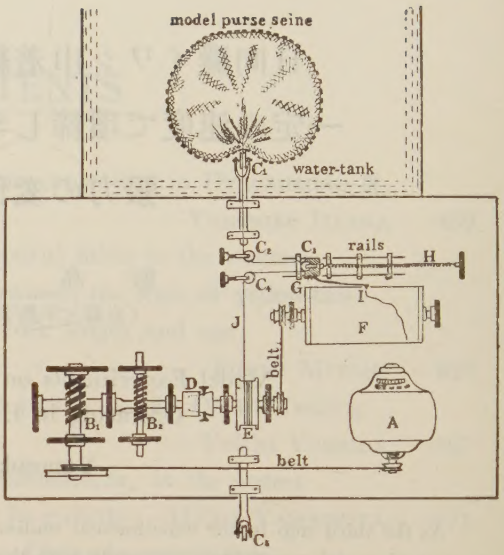


Fig. 1. Schematic sketch of the experimental apparatus.

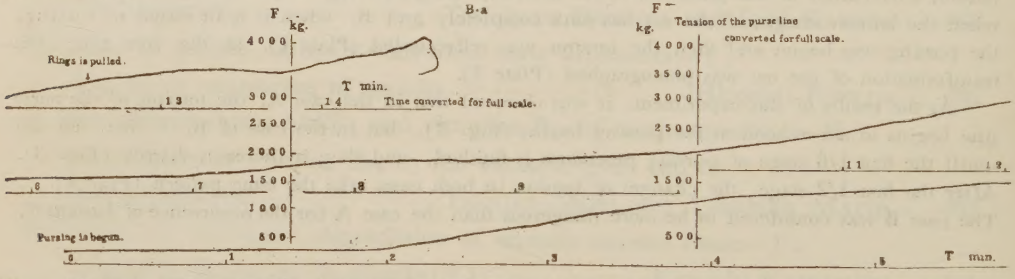


Plate 1. An example of the records showing the relation between the tension of the purse line and the Time elapsed.

実験方法としては，投網装置で模型網を一時に投網した後，環締装置で *A*. 網裾の沈降が完全に終つたとき，及び *B* 投網開始時から実物に換算して4分間を経過したときの2つの場合に就いて一定の速度，即ち：実物に換算して 10 m/min*（模型実験では 16.5 cm/sec.）で環締し，同時に自記装置で環綱にかゝる張力の時間的変化を記録紙上に自記させた。その一例として *B* の場合の記録の1つを Plate 1 に示す。又同時に水槽の側面より環締開始時，環締開始後2分，同じく4分及び環締終了時の4段階を写真に撮つた**。尚，実験 *B* に於て投網後実物換算4分間で環締操作を開始（実験では投網後1秒間して環締開始）した理由は，普通日向灘のイワシ巾着漁業では投網開始時から環締開始時迄の時間が約3～5分間であるからである。実験室温は4～5 °C，水温は7～8 °C であつた。

実験結果とその考察

1. 一定速度で環締をした場合の環綱にかゝる張力の変化 実験により得られた記録紙を整理し，環締開始後，時間 *T* に於ける環綱にかゝる張力 *F* を方眼紙に単位を実物に換算してプロットすれば，*A* の場合は Fig. 2 及び *B* の場合は Fig. 3 の如くになる。これによれば，*A* の場合は環締と同時に力が仂くが，*B*

* 此の速度は日向灘イワシ巾着網漁業に於て標準とされている。

** 模型網の斜横約1 m 50 cm の所に 500 Watt のスポットライトを用意し，これにて模型網を水槽のガラス越しに照し，網の真横約1 m の所に写真機を設置して，フイルムの感光度 100，絞り 2.8，タイム 1/100，で撮影した。

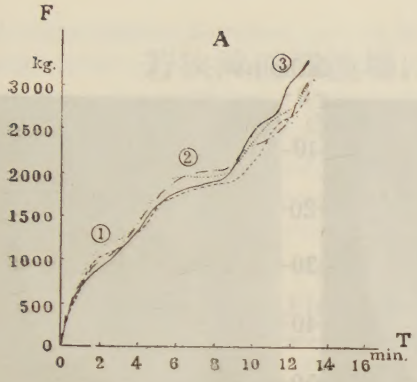


Fig. 2. Relation between tension (F) of the purse line and time (T) elapsed, in the case A.

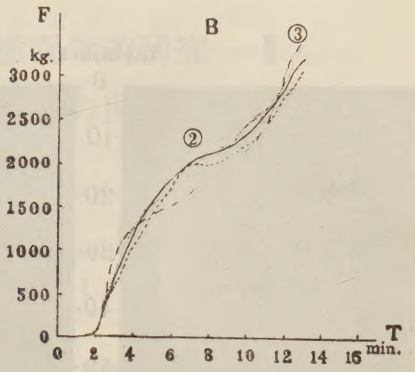


Fig. 3. Relation between tension (F) of the purse line and time (T) elapsed, in the case B.

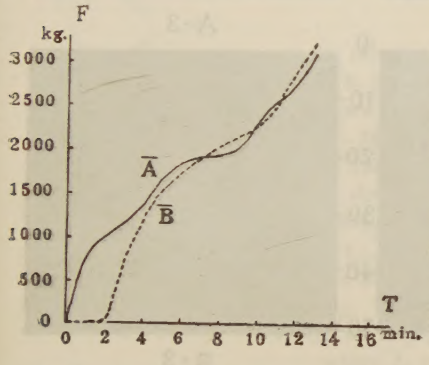


Fig. 4. Relation between the averaged tension (F) of the purse line and the time (T) elapsed.

の場合は環締直後約2分間は殆んど力が仂かず，或る時間経過した後になつて急激に増加している。更に A の場合にはいずれの実験に於ても環締開始後約2分（環締操作の最初から時間的に約1/6経過），6分（1/2）及び13分（1）の各段階に於て力の急増を示すと思われる山が3つ見られる（①，②及び③の山。Fig. 2参照）。B の場合には①の山はみられず，②及び③の山のみ現われている。そして A 及び B のいずれの場合も環締開始から約6分以後は $T-F$ 関係曲線が重り合う（Fig. 4 参照）。こゝで $T-F$ 関係曲線に3つの山がみられることの理由に就いては現在のところ不明である。然しながら A と B とで環締操作初期に違つた曲線をとる理由は，次のように考えられる。即ち，A の場合には水中に既に垂下している網地を引上げるために，始から環綱に力が仂くが，B の場合には網裾の沈降途上で環締操作を行つているので，環締開始時に既に網地が或る程度引上られた状態にあるものを環締していることゝなり，従つて或る状態までは水中に於てたるんでいる環綱を巻きとつていることゝなつて，その間は環綱に殆んど力が仂かないのであろう。そして環締操作が次第に進行して環綱が張つてくると，その時から力が仂き環締途上の A の或る状態と同じ網地の引揚げ状態に達すれば，以後 A と B とは同じ状態で環締され，従つて両者の $T-F$ 曲線は近似してくるのであろう。B の場合，環綱に殆んど力だ仂かない段階が環締開始時から約2分間であり，A の場合と同じ様に張力が仂いてくる段階が全環締操作の半ば以後になるのである。これらの事は，同時に撮影された写真（Plate 2）からも確認される。Plate 2は環締操作中の巾着網の状態の写真であり，こゝで a は環締直前，b は環締開始後2分，c は4分のときの状態である。

2. 写真より推定される環喰現象の危険性　環喰現象の起きるためには，環綱と網裾との摩擦が大きいことの他に網裾地のたるみがあることが不可欠であろうと考えられる。従つて，これらの観点から実験中同時に得られた A 及び B の網裾地の状態の写真 Plate 2 を吟味すると，B の場合は A の場合に較べて網裾地は遙かに不安定で，たるみが非常に多い。それ故，環喰現象は B の方が A より起り易いことゝなる。尙，この実験は静止水槽中の実験であり，流れのある場合に就いては次の実験で検討してみたい。

最後に，本実験を行うに当つては当教室川上太左芙教授及び東京水産大学田内森三郎教授の御指導をお受けし，更に川上教授には論文の御校閲も，南海区水産研究所延岡支所横田滝雄技官及び旭ダウ工業株式会社には幾多の御便宜をお受けした。記して厚く感謝する次第である。又実験中当教室研究生高井敦氏より尽力を得た。併せて謝意を表する。

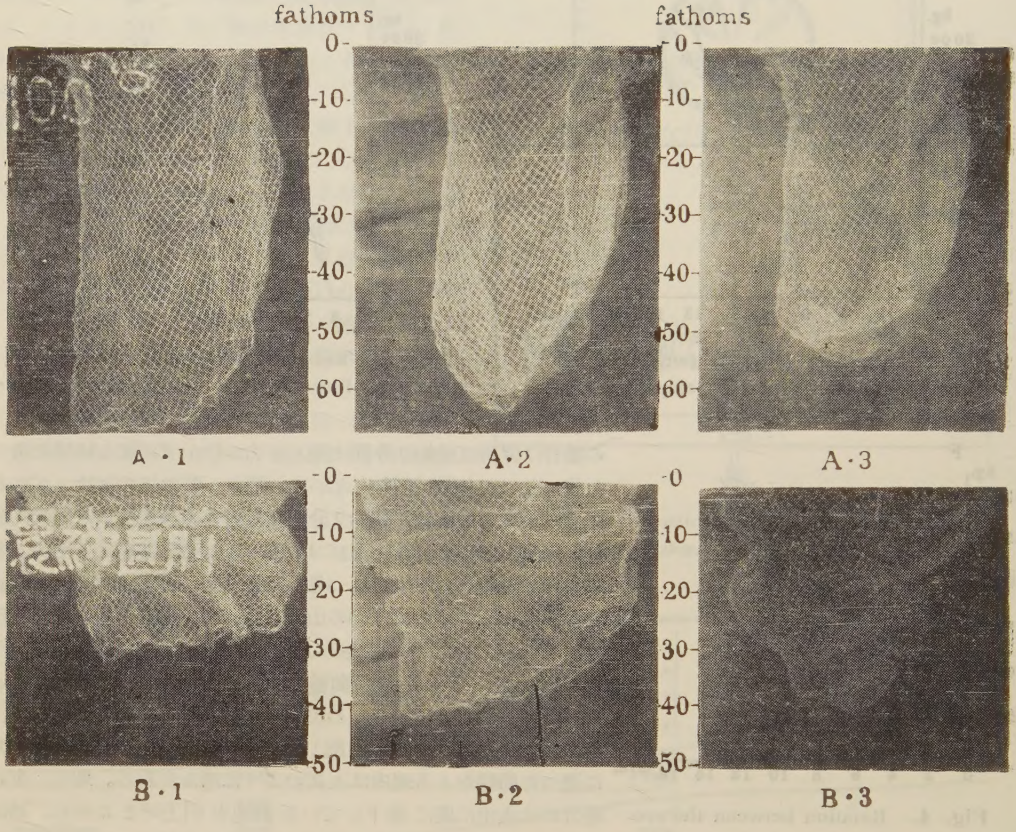


Plate. 2 Transformation of the net in the pursing operation in both cases A and B.

文　　献

1) 井上　実：イワシ巾着網の模型実験，日水会誌，**13**，942～946 (1954).

2) 飯高勇之助：日本難イワシ巾着網模型実験一Ⅱ．巾着網の沈降状態に就いて，日水会誌，**21**，6～11 (1955).

若狭湾西部漁場における漁況学的研究—Ⅱ. ブリの鱗と体長・年令との関係*

三谷文夫
(京都大学農学部水産学教室)

Studies on the Fishing Conditions of Some Useful Fishes in the Western Region of Wakasa Bay——Ⅱ. Relation between the Scale of the Yellow-Tail, *Seriola quinqueradiata* T. et S., and Fork Length and Age

Fumio MITANI

In the present paper the relation between the scale length and fork length of yellow-tail (*Seriola quinqueradiata* T. et S.), and average fork length estimated by calculation at the time when each ring of scale is formed are esteemed, based upon the data of 190 specimens (30.5—105.0 cm. in the fork length, 468.7 g.—18.8 kg. in the body weight) taken by trap-nets settled at the grounds of Ine, Niizaki, Naryu and Tai in the western region of Wakasa Bay during the period from the end of November of 1954 to the end of January of 1955. The results obtained are the following;

1. It seems to me that the resting zone is formed once a year, in consequence the zone will show the annual ring (Fig. 1).

2. The relation between the scale length and fork length is given by the following regression equation as shown in Fig. 2, that is;

$$L=16.86\,T+6.96.$$

where L : Fork length in cm.
T : Scale length in mm.

3. The average fork length estimated by calculation at the time when each ring is formed is about 34 cm. at the 1st ring (1 age), 53 cm. at the 2nd (2 age), 71 cm. at the 3rd (3 age), 85 cm. at the 4th (4 age) and 99 cm. at the 5th (5 age), respectively (Table 1).

ブリの年令と体長との関係については既に木村[1](1937), 相川・加藤[2] (1938) 及び本多[3] (1949) 等の研究がある。しかし, これら各研究者により, その結果にかなりの相違があり, また日本海側のブリについて, この種の研究が殆んど行われていない。そこで, 筆者は日本海側の資料を用いて鱗によりブリの年令査定を試み併せて鱗の長さと魚体の長さとの関係をも求めた。

この研究をなすに当り, 資料鱗の採取を快諾された京都府漁業協同組合連合会及び田井漁場の方々並びに論文を校閲して頂いた当教室松原喜代松教授, 有益なる助言を与えられた落合明氏に深甚の謝意を表する。

材料及び方法

この研究に用いた魚体は 1954 年 11 月 21 日から翌 1955 年 1 月 19 日までの, いわゆる寒ブリの漁期に伊根・新井崎・成生及び田井等の各漁場の定置網によつて漁獲され, 舞鶴の漁連に水揚されたものから選んだものである。資料鱗は背鰭第 1 棘直下の左側側線鱗 10 数枚を採り, それを alizarine red で淡く染色し, slide glass に固定したものを島津顕微投影装置にかけて拡大観察した。なお, 鱗を採取した個体数 204 尾中, 著しく不整形のもの及び輪紋の不鮮明なものは除外して, 残つた 190 尾(fork length 30.5—105.0 cm, 体重

1955 年 5 月 9 日受理
* 昭和 30 年 4 月 4 日, 日本水産学会年会 (東京水産大学) にて講演発表。

470 g (125 匁)—18.9 kg (5 貫 49 匁))について調査した。鱗長は focus から被覆部の先端までの最大長を測り，1 個体については約 10 枚の鱗の平均を以つて，夫々その個体の鱗長とした。また，輪紋は多数認められるが，その幅の大小及び明瞭度は必ずしも各輪皆同一ではない。その形成の要因としては，産卵等による魚体自体の生理的なもの，また水温等の環境条件によるもの及び偶発的な環境の変化によるもの等が考えられる。従来，ブリの鱗の輪紋数に関しては，木村，本多により年 2 回形成の，いわゆる 2 重輪説が唱えられている。しかし，筆者は鱗の一般的な成長法則を考慮しながら，成長休止帯としてかなり明瞭に認められる輪のみを年輪と仮定し，これらの年輪について focus から各年輪の内側までの長さを測つた (Fig. 1 の矢印)。なお，魚体長は fork length (吻端から尾鰭の切り込みまで) で表わし，0.5 cm まで測つた。

結　　果

1. 鱗の長さと fork length との関係

資料の半数即ち 104 個体から得た鱗について鱗長と fork length との関係を求めたものが Fig. 2* である。

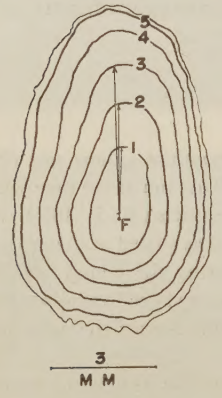


Fig. 1. Showing a scale of yellow-tail, *Seriola quinque radiata* T. et S., with 5 rings, stripped off from a specimen measuring 105.0cm. in fork length and 5.04 kan (18.7 kg.) in body weight. F : focus ; numerical 1 and 2 etc. show the 1 st and 2nd etc. annual ring, respectively. Arrow shows the distance from focus to each edge of annual ring.

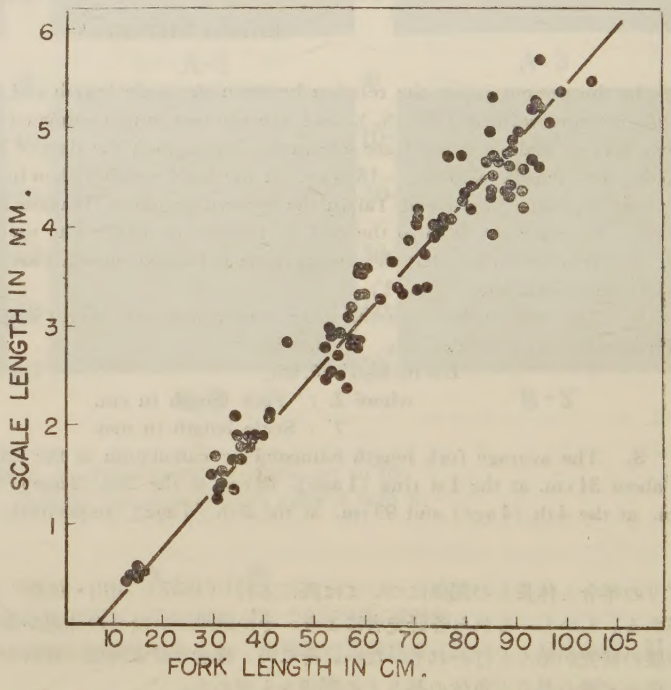


Fig. 2. Relation between fork length (abscissa) in cm. and scale length in mm. of yellow-tail, *Seriola quinqueradiata* T. et S.. Regression line is fitted by the method of least squares.

一方，鱗長と fork length とは近似的には直線関係にあるものと考えられるから，最小自乗法により，その回帰方程式を求めると次のようになつた。

$$L = 16.85\,T + 6.96.$$

但し　L : fork length (cm)

T : 鱗長 (mm)

即ち，fork length 6.96 cm で初めて鱗が形成されることになるが，30 cm 以下の若年魚の資料が殆んどないので，なお検討の余地があろう。

---

* Fig. 2 中に fork length 13.0～15.5 cm のものが 5 尾あるが，これは 1954 年 7 月 22 日に舞鶴湾から採集されたもので，参考のために図に記入した。

2. 輪紋形成時の平均推定体長

各輪数を有するものの中から，任意に 15 個体づゝ選んで（但し，95.5 cm 以上の高年魚については 4 個体しかない），Lee の補正式により各輪が形成されたときの fork length の推定平均値を求めたものが Table 1 である。

Table 1. Estimated fork length of yellow-tail, *Seriola quinqueradiata* T. et S., obtained by calculation at the time when each ring of scale is formed. f. l. : fork length, L_1 and L_2 etc. in the first row show the fork length (in cm.) at 1 and 2 age etc., respectively.

Range of f. l. (cm.)	No. of specimens	L_1 (cm.)		L_2 (cm.)	
		Range	Average	Range	Average
34.0～45.0	15	31.5～36.4	34.4		
53.0～65.5	15	31.6～38.2	34.1	48.0～56.5	52.3
69.0～83.0	15	31.7～35.1	33.9	51.3～56.2	53.7
83.0～95.0	15	31.5～35.8	33.0	51.6～57.4	53.3
95.0～105.0	4	30.5～36.5	33.5	49.5～57.6	53.9
Average		30.5～38.2	34.0	48.0～57.6	53.2

L_3 (cm.)		L_4 (cm.)		L_5 (cm.)	
Range	Average	Range	Average	Range	Average
69.0～75.8	72.1				
67.8～76.6	71.2	79.9～94.0	85.5		
67.8～79.1	73.1	79.9～93.9	87.3	94.2～103.1	98.8
67.8～79.1	71.4	79.9～94.0	85.8	94.2～103.1	98.8

一方，各輪数の個体分布を求め，之を表示したものが Table 2 である。こゝで，第 1 輪が完全に形成され，更に半年又はそれ以上経つと思われるが，未だ第 2 輪が形成されていないものを便宜上 1.5 輪と云う枠に入れた。2.5 輪以下についても同様である。

Table 2. Frequency distribution of individuals (190 specimens in total) showing the relation between the fork length and number of rings of scale. The fork length at the first row divided into 15 classes with interval of 5 cm. The decimal fraction 1.5 at the left column shows the no. of rings of the scale which will grow half a year or more after the formation of the 1st ring but yet does not form the 2nd ring. The other decimals are in the same manner. The 5 sections containing the gothic numeral show those in which the 5 average fork lengths shown in the last row of Table 1 are respectively plotted.

Range of f. l. (cm.) / No. of ring	30.5～35.0	35.5～40.0	40.5～45.0	45.5～50.0	50.5～55.0	55.5～60.0	60.5～65.0	65.5～70.0	70.5～75.0	75.5～80.0	80.5～85.0	85.5～90.0	90.5～95.0	95.5～100.0	100.5～105.0
0.5	1														
1	22	18													
1.5			8												
2					8	1									
2.5					3	36	1								
3							1	3	6	2					
3.5									11	12	9	1			
4											12	13	5		
4.5												3	5	1	
5														2	
5.5															1

Table 1 と 2 とを対照すると，略と同様の結果が推定される。即ち，ブリは満 1 年で fork length が略と 34 cm に，満 2 年で略と 53 cm に，満 3 年で略と 71 cm に，満 4 年で略と 86 cm に，満 5 年で略と 99 cm に達するものと思われる。

この結果を体長に換算* すると，満 1 年で体長が略と 32 cm に，満 2 年で略と 50 cm に，満 3 年で略と 67 cm に，満 4 年で略と 81 cm に，満 5 年で略と 93 cm に達することになる。この値と従来の各研究者の結果とを参考のために比較して図示したものが Fig. 3 である。

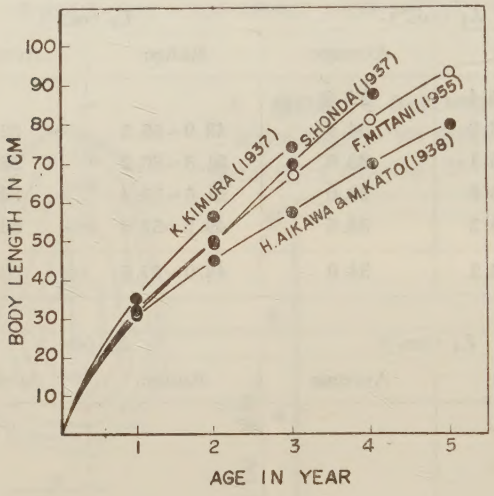


Fig. 3. Comparison of the growth curves of the yellow-tail, *Seriola quinqueradiata* T. et S., between the writer (open circle) and the earlier researchers (solid circle).

即ち，筆者の結果と本多の結果とはかなりよく近似しているが，筆者の方が高年魚に於いて幾分小さい。この相違は調査した魚体の地域による相違か（太平洋側と日本海側），魚体の sampling の方法による相違か，或いは鱗の測定方法の相違によるものかは，この結果の範囲内では比較して断定することは出来ない。しかし，何れにしてもブリの大体の成長傾向は推定出来ると思われる。

摘　　要

若狭湾西部の伊根・新井崎・成生及び田井の定置網で漁獲されたブリの鱗を用いて，鱗長と fork length との関係及び各輪形式時における平均推定 fork length を求めた。調査期間は，1954 年 11 月下旬から翌 1955 年 1 月下旬までの間の，いわゆる寒ブリの期間で，調査尾数は 190尾 (fork length 30.5——105.0 cm) である。その結果，次の事柄が判明した。

1. 輪紋は年 1 回の年輪を形成するものと思われる。
2. 鱗の長さと fork length との関係は，次の回帰方程式で表わされる。

$$L = 16.86\,T + 6.96.$$

但し　L ： fork length (cm)

T ： 鱗長 (mm)

3. 各輪形成時の fork length は第 1 輪で略と 34 cm，第 2 輪で略と 53 cm，第 3 輪で略と 71 cm，第 4 輪で略と 86 cm，第 5 輪で略と 99 cm に達するものと推定される。

文　　献

1) 木村喜之助： 水試報告，**9**，71—84，figs. 9，tab. 1 (1937).
2) 相川広秋・加藤益夫： 日水会誌，**7**（2），89—95，figs. 3，tabs. 11 (1938).
3) 本多勝司： 日水会誌，**15**（2），97—99，figs. 2，tabs. 2 (1947).

* この資料による体長/fork length の値は平均 0.94 である。

イワシとその食餌プランクトンとの関係—Ⅱ. マイワシの攝餌機構について*

吉 田 陽 一
(京都大学農学部水産学教室)

Relation between the Sardine and the Food Plankton—Ⅱ. On the Feeding Mechanism of *Sardinops melanosticta*

Yoichi YOSHIDA

1. The Sardine seems to strain plankton, by swimming with opening mouth and further controlling the swimming velocity and the diameter of the mouth, so as to make the velocity of current on the gill-rakers the optimum velocity (about 2~3 cm./sec.). Therefore, the feeding velocity of the sardine seems to be proportional to the surface of the gill-rakers, when the plankton dencity in the water is constant.

2. By whether the time, which the gill-rakers require to be closed by plankton, is short or long, the sardine seems to recognize the plankton density in the water where it is feeding, in a short time (about one minute).

3. The secondary concentration for the plankton gathered by the gill-rakers in the oral cavity seems to be performed by "the pharyngeal pockets" and "the pharyngeal rakers".

緒 言

マイワシの攝餌機構に関しては，SCOFIELD[1] や中井[2] 等の研究があるが，著者はマイワシがプランクトンを濾過する機構（一次的濃縮機構）や濾過により集められたプランクトンを更に濃縮する機構（二次的濃縮機構）等について考察を加えたので，これらについて報告することゝする。

本稿を草するにあたり，終始御指導を賜った米田勇一助教授，種々御助言を賜った松原喜代松教授並びに川上太左英教授に深謝する。また種々御援助を頂いた落合明講師に謝意を表する。

調査方法並びにその結果

Ⅰ. プランクトンの濾過機構について

前報[3] で体長 12.0 cm のマイワシの一日（日中）の攝餌に要した濾過水量は約 270 *l* と推定したが，この値よりマイワシの攝餌時の海水の濾過速度並びに鰓耙の単位面積当りの濾過速度即ち鰓耙における流速を求めた。前記マイワシがとれた時期（12 月 18 日）は昼間が約 10 時間であるので，もし日中休みなく濾過し続けていたものとすれば，このマイワシの海水の濾過速度は $(270\times10^3)\div(10\times60^2)\fallingdotseq 7.5$ (cc/sec)となる。また，このマイワシの鰓耙の面積は約 7.2 cm² (第 1 表参照) であったので，鰓耙における流速は，もし日中休みなく濾過し続けていたものとすれば，$7.5\div7.2\fallingdotseq1.0$ (cm/sec) となる。

Table 1. Area of the gill-rakers of the sardine of 12 cm long.

Gill-rakers	Ⅰ	Ⅱ	Ⅲ	Ⅳ	Sum
Area (cm²)	1.6×2	1.0×2	0.6×2	0.4×2	7.2

次にプランクトンネットの篩絹の単位面積当りの最適濾過速度即ち篩絹における最適流速を求め，この値と，篩絹の網目と鰓耙の網目（マイワシの鰓耙は網目状となっているので近似的に網目とみなす）との比較

1955 年 4 月 23 日受理

* 本報の概要は 1954 年 3 月日本水産学会近畿支部例会にて講演した。

とにより，鰓耙における最適流速を推定した。北原式定量用プランクトンネット（口径：22 cm，篩絹番号：XX-13，篩絹面積：23×75πcm²）を用いて 5 m より表層までの垂直採集を行い，濾過速度をいろいろ変えてプランクトンの濾過率を調べた結果（第1図）では，篩絹における最適流速は約 3～4 cm/sec，またネットの最適曳行速度は約 50～60 cm/sec と考えられる。このことはネットの最適曳行速度として従来推奨されている速度が 50 cm/sec であることゝ軌を一にせる結果となつている。また篩絹と鰓耙との両網目を比較した結果（第2表）によると，単位面積当りでは，網目数は後者の方が約2倍，濾過面積は後者の方がわずかに大であつた。従つて鰓耙における最適流速は篩絹のそれよりも稍おそい程度，即ち約 2～3 cm/sec と考えられる。

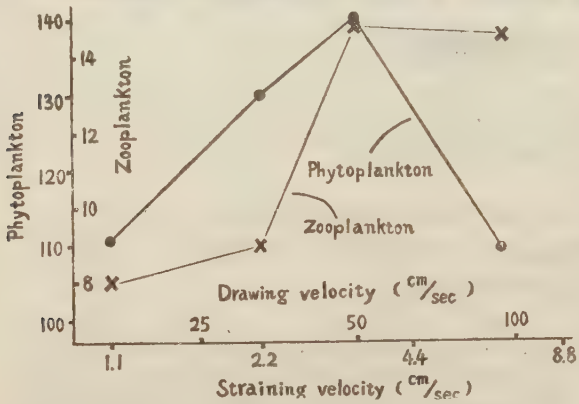


Fig. 1. Relation between the comparative number of the plankton collected by the net and the straining velocity of the gauze (XX-13) or the drawing velocity of the net.

Table 2. Comparison between the gauze (XX-13) and the gill-rakers on the number of mesh or passing area per cm².

	Gauze	Gill-rakers
Number of mesh	2500	5400
Passing area	0.25	0.32

以上の結果よりマイワシのプランクトンの濾過方法を考察することゝする。

先ず最初に考えられる方法は，口を開けて口腔内に海水と共にプランクトンを吸い込み，それから口を閉じて口部からの水の脱出を防いだ後，口腔内の水を鰓耙の網目より圧出してプランクトンのみを口腔内にとどめる方法である。然し，この方法は次に述べる理由からして行われていないものと解される。前記マイワシの口腔内の面積は充分拡張された場合でも 10 cm² 程度であるので，口を閉じた場合に口腔内に含みうる水量はせいぜい 3 cc と考えられる。それ故に毎秒 7.5 cc を濾過するためには前記操作を毎秒 2～3 回はくり返さねばならないことになる。もし日中休みなく摂餌活動を続けているものと仮定した場合には，毎秒 2～3 回くり返せばよいわけであるが，実際には，休息や満腹等による摂餌活動の一時的停止や，濾過以外の運動等のために相当な時間が費されるものと考えられるので，それを補うだけ多くの前記操作を毎秒くり返さねばならないことになる。かゝる急速な摂餌活動は，実際には観察されていないようであるし，また時間的に考えても無理のようである。

マイワシがプランクトンを濾過していると思われる状態の野外観察と，かゝる状態の頭部の形状と非常によく似た頭部をもつたフォルマリン固定資料とによると，プランクトンを濾過しているときの頭部は，上顎と下顎とで楕円形の流入口を形成し，基舌骨を下方に押し下げ，鰓蓋を横に開張する如き形状を示す。従つてかゝる状態では，外鰓孔は大きく開き，鰓弁の一部が直接外部から露見される。また口腔内をみると，プランクトンの濾過に適した如く，鰓耙がお互いにあまり重ならないように整然と前後に配列されているのが観察される。この観察の結果により，マイワシのプランクトンの濾過方法として次の方法，即ちマイワシが口を開けたまゝ直進もしくは半弧状に前進し，口径と游泳速度とを調節することによつて，プランクトンを鰓耙における最適流速で濾過する方法が考えられる。

次にこの方法について吟味することゝする。鰓耙における流速は，日中休みなく濾過し続けているものと仮定した場合には，約 1.0 cm/sec となるが，実際には前述の如く摂餌活動以外に費される時間が相当あるものと考えられる。従つてもし日中の 1/2～1/3 の時間をプランクトンの濾過に費しているものとすれば，鰓耙における実際の流速は約 2～3 cm/sec であることになり，前述の鰓耙における最適流速とよく一致することになる。それ故に，マイワシのプランクトンの濾過方法は前者よりもむしろ後者の方法によるものと思われる。

このことは，プランクトン密度が一定の場合には，マイワシのプランクトンの濾過速度即ち摂餌速度は鰓耙の面積に比例することになり，マイワシの摂餌量がほゞ体長の自乗に比例している[3]ことゝ軌を一にせる結果となつている。また，マイワシにプラトクトンに対する選別性がみられない[3]のもこの様な摂餌方法に起因しているものと思われる。

Ⅱ．鰓耙がプランクトンで詰まるに要する時間について

プランクトンが鰓耙に多くかゝると，そのプランクトンによつて，鰓耙は単位面積当りの網目数が増加し且濾過面積が減少する。そのため鰓耙の濾過抵抗は増大し，口腔内の水の逆流や鰓耙の濾過率の低下という状態をもたらす。こゝではかゝる状態に達するまでに要する時間について考察することゝする。

先ず，プランクトンの組成が一定の場合，鰓耙の単位面積当りにプランクトンが何群体かゝると詰つたと考えられるかゞ問題となるわけであるが，口腔内にかなり多くのプランクトンがみられた 12 月 18 日夕の体長 9.9 cm のマイワシを例にとつてみることゝする。この口腔内には 4.1×10^3 群体の *Skietonema costatum* がみられたが，鰓耙の面積は $7.2\times9.9^2\div12.0^2\fallingdotseq5.6$ (cm^2)と考えられるので，鰓耙の $1mm^2$ 当りの同種の群体数は約 7.3 群体となる*。それ故に，鰓耙の $1mm^2$ 内には巾 10～18 μ，長さ 400～800 μ の *S. costatum* が約 7 群体と共にそれよりも稍小型の植物性プランクトンがほゞ同数（前報[3]第 1 表参照）みられることになり，かなり網目が塞がつている（特に網目数の増加が著しい）ことが理解される。このことより，このマイワシの鰓耙はプランクトンで殆んど詰つた状態にあるものとして考察を進めることゝする。

従つて，鰓耙における流速を 2.5 cm/sec とすると，摂餌水域内の $1\times1\times10\ mm^3$ の水柱内の *S. costatum* の群体数は 4.9×10^{-2}（前報[3]第 1 表参照）であるので，プランクトンで鰓耙が詰まるに要する時間は $7.3\div(2.5\times4.9\times10^{-2})\fallingdotseq60$ (sec) となる。

以上のことから，プランクトンで鰓耙が詰まるに要する時間は比較的短いことがわかるが，この時間は，鰓耙における流速が一定と考えられるため，鰓耙の面積には無関係であるがプランクトン密度が変化すればそれに逆比例して変化するものと考えられる。またこの時間の長短により，マイワシは比較的短時間でその摂餌水域内のプランクトン密度を感知しうるのではないかと思われる。

Ⅲ．プランクトンの二次的濃縮機構について

食道並びに胃の盲嚢内の植物性プランクトンを調べてみると，濃縮が充分に行われており，我々がネットで採集して来たプランクトンを濾紙でこした程度，もしくは更にそれを絞つた程充分に水分が除かれているのが観察された。従来の知見として，消化管内では固形物と水とが異つた速度で流下することや海産魚では飲込まれた海水が消化管内壁で容易に吸収されること等があるので，これらが胃の内容物の水分の少いことの一因になると思われるが，これらだけでは充分でなく，口腔内に集められたプランクトンを更に濃縮するための器官があるのではないかと考え，これについて調査した。

マイワシの咽頭部は伸縮しうる咽頭嚢 pharyngeal pockets[4] を形成しており，この内側には，変形した第五鰓耙と解されるところの，微細なこだ状の鰓耙片 raker をもつた鰓耙（以下咽頭鰓耙 pharyngeal rakers と称す）がみられる。この咽頭鰓耙片は他の鰓耙片と違つて，1) 咽頭嚢の口腔に面した開口部の周辺の内側に密に列生していること，2) 長さが短かく，厚みがうすく且基底部が長いこと，3) 鰓耙片相互の間隙がせまいこと，4) 各鰓耙片の両側に列生せる刺状突起 spine-like process は，咽頭内からの水圧に抗するに適せる如く，咽頭嚢内に向つて突出していること等が観察される。それ故にこの咽頭鰓耙は，他の鰓耙とは違つた機能，即ち，咽頭嚢内に送り込まれたプランクトンの二次的な濃縮を行うものと解される。

即ち，マイワシは鰓耙がプランクトンで詰つてくると，先づ，口を閉ぢ鰓蓋を開張して口腔内を減圧させることにより，外鰓孔より鰓耙を通して口腔内に水を急速に流入させて，鰓耙にかゝつているプランクトンを口腔内に游離させる。次いで，咽頭嚢を拡張してプランクトンを水と共に咽頭嚢内に吸い込ませた後，咽頭嚢の開口部を閉ぢ，咽頭鰓耙片相互の間隙から水のみを圧出させて，プランクトンの濃縮を行うものと解される。

---

* 同様にして，ネットの篩絹の $1mm^2$ 当りの *S. costatnm* の群体数は，5 m より表層まで曳いた場合は約 1.6 群体，10 m より表層までては約 3.3 群体となる（前報[3]第 1 表参照）。

摘　　要

1) マイワシは，口を開けたまゝ前進し，その鰓耙における流速が最適流速（約 2～3 cm/sec）になる様に口径と游泳速度とを調節して，プランクトンを濾過しているものと考えられる。従つて，プランクトン密度が一定の場合には，マイワシの摂餌速度は鰓耙の面積に比例するものと思われる。

2) プランクトンで鰓耙が詰まるに要する時要は比較的短く（約 1 分），またこの時間はプランクトン密度に反比例するものと考えられる。従つてマイワシは，この時間の長短により比較的短時間で，その摂餌水域内のプランクトン密度を感知しうるのではないかと思われる。

3) 口腔内に集められたプランクトンは，咽頭嚢とその口腔に面した開口部の周辺の内側に密に列生せる鰓耙片をもつた咽頭鰓耙とによつて，更に濃縮されるものと解される。

文　　献

1) Scofield, E. C.: *Calif. Div. Fish and Game, Fish Bull.*, **41** (1934).
2) 中井甚二郎：水研誌，**33** (12)，547～561 (1938).
3) 米田勇一・吉田陽一：日水会誌，**21** (2)，62～66 (1955).
4) Iwai, T.: *Calif. Fish and Game*, **41** (1)，113～116 (1955).

九州西海域のマイワシの生長と食餌の関係*

山 下 秀 夫
(西海区水産研究所)

The Feeding Habit of Sardine, *Sardinia melanosticta*, in the Waters Adjacent to Kyusyu, with Reference to its Growth

Hideo YAMASHITA

Examining contents of the stomach and intestine of sardine, *Sardinia melanosticta*, caught in the waters adjacent to Kyusyu, the author was able to clear up some points on feeding habit of sardine with reference to its growth.

The results are summarized as follows :

1. The larval fish of 20–40 mm. in body length fed on chiefly *Oncaea* sp., *Microsetella* sp., Lamellibranchia-larva, Gastropoda-larva, etc. but no Diatom.
2. The young fish of 50–140 mm in body length fed on both Copepoda and Diatom.
3. The fish larger than 150 mm. in body length fed on chiefly such diatoms as *Chaetoceros* sp., *Bacteriastrum* sp. and *Thalassiothrix* sp. etc.
4. The sardine over about 50 mm. in body length seems to be able to take such microplankton as Diatom.

緒 言

イワシ類の食性に関する研究としては，先ず EUGENE C. SCOFIELD (1934) の報告をあげる事が出来る。氏は California Sardine (*Sardinia caerulea*) の生長に伴う鰓耙の形態変化と，食餌の種類との関係を研究して，生長すると共に鰓耙は発達して幼魚期には主として Copepoda を摂餌するが，生長すると共に Diatom も摂餌するようになると報告している。又中井 (1938) の報告にも同様な結果が認められている。MARIE V. LEBOUR (1918, 1919) は，硬骨魚類の約 20 種類についてそれらの Post-larva 及び Young の食性について報告している。筆者はマイワシ，ウルメイワシ，カタクチイワシ，サバ，アジ等の異種魚間の食餌関係について調査を進めているが，本報告ではマイワシにつきその調査結果に考察を加えて報告する。

稿を進めるに当り，懇指導と御校閲の労を執られた村上子郎博士，辻田時美部長に心から感謝する。なお本調査と取纏めに際し，多大の便宜と有益なる御助言を戴いた近藤正人技官青山恒雄技官並びに雑魚の標本を戴いた早野孝数技官に向って，茲に謹んで感謝の意を表わす。

材料と方法

天然における摂餌状態を最も簡易に推察する方法として，一般に用いられる漁獲魚の消化管内 (胃内及び腸管内) の内容物の観察による方法を用いた。この方法は，魚の摂餌活動の時刻と魚体が漁獲された時刻との関係，更に漁獲後固定までの時間の経過による消化の進行，又は餌自体による消化度の差のため，天然の摂餌を正しく反映することが出来ないので，これ等の欠点をなるべくさけるため，採集後直ちに formalin 10–15 %液，picric-formalin にて固定した。観察に用いた標本は 1952 年 7 月から 1954 年 12 月までの合計 957 尾であるが，採集時期別に示すと Table 1. の通りである。胃内生物の種の同定にあたっては，検鏡の際には標本に特別の操作を加えず，単に高度の顕大観察により同定した。定量方法は最も初歩的なものであって，胃内生物の数量を相対的にみて便宜上下記の 3 階級に分けた。

1955 年 9 月 16 日受理 (印刷費負担)

* 日本水産学会九州支部例会 (長崎，昭 30. 7) にて講演。西海区水産研究所業績第 54 号

1) ＋＋＋ 極めて多くみられたもの。
2) ＋＋ 相当に多くみられたもの。
3) ＋ 少数量みられたもの。

Table 1. Number of samples examined.

Year of sampling	Gear	Jan.	Feb.	Mar.	Apr.	May	Jun.	Jul.	Aug.	Sep.	Oct.	Nov.	Dec.	Total
1952	Purse seine						100	10	10					120
1953	Larval net	2	50	36	8	2		2						100
	Beach seine			70	78	82	28							258
	Purse seine	20			20			20	20	20	30	29		159
1954	Purse seine	24	30	20	10	50	20	70	30	47	9	10	10	330
Total		46	80	126	116	134	148	102	60	67	39	39	10	967

結　　果

九州西海域産卵調査にて Larval net によつて採集した* 体長 14 mm 以下の 100 尾では餌料の痕跡が認められたものは僅か8尾で，残りの 92 尾は胃内及び腸管に痕跡も認めることが出来なかつた。又，シラス調査にて福岡・佐賀・長崎の各漁場で地曳・縫切網で漁獲された体長 20—70 mm 範囲の 253 尾の内 69 尾は胃内及び腸管に内容物が認められなかつた。次に，主として五島灘を中心に操業している揚繰網で，漁獲された体長 50 mm 以上の 609 尾では，殆んど全個体に胃内容物が認められ，又胃内に認められなかつたものでは，腸管中に内容物が充満されていた (Table 2. 参照)。主にみられた代表的なものは（ ）中のものである。

1) Diatom (*Chaetoceros* sp., *Bacteriastrum* sp., *Thalassiothrix* sp., *Thalassionema* sp., *Skeletonema* sp., etc.)
2) Dinoflagellata (*Peridenium* sp., *Cepatium* sp., etc.)
3) Silicoflagellata (*Dictyocha* sp.)
4) Tintinnoinea (*Papafavella* sp.)
5) Copepoda (*Calanus* sp., *Oncaea* sp., *Micposeteila* sp., etc.)
6) Cladocera (*Podon* sp., *Penilia schmackeri.*)
7) Schizopoda (*Euphausia* s.p., etc.)
8) Amphipoda
9) Decapoda (*Lucifer reynaudii*)
10) Copelata (*Oikopleura* sp., *Fritillaria* sp.)
11) Larval plankton (Nauplius of Copepoda, Nauplius of Balanus, Lamellibranchia-larva, Gastropoda-larva, Nauplius of Cirripedia)

マイワシの生長と共に，胃内容物組成がどのように変化するかを比較すると，体長 40 mm. 前後のものは肉眼的にも胃内及腸管内は赤味を帯び，検鏡すると *Calanus* sp., *Oncaea* sp. 等の Copepoda がみられ，胃内はこれ等のもので充満されている。体長 50—100 mm. 範囲のものでは，胃，腸管は赤茶色と緑色の混合色を呈し，主に *Calanus* sp., *Oncaea* sp., *Microsetella* sp., *Thalassiosira subtilis*, *Chaetoceras* sp., Lamellibranchia-larva, Gastropoda-larva, *Coscinodiscus* sp. 等が優占していた。又体長 100 mm. 以上のものは，胃，腸管内は黄緑色を呈し，殆んど *Chaetoceros* sp., *Bacteriastrum* sp., *Thalassiothrix* sp. 等の Diatom にて優占されていた (Table 2. Plate 1. 参照)。

季節的・漁具別にどのように胃内容物が変化するかをみると，3 月に地曳網で漁獲された体長 30 mm. 以下のものは主として *Para avella* sp. で少数の *Coscinodiscus gigas* も認められた。4 月は地曳・縫切網

* 山口・福岡・佐賀・長崎・熊本・鹿児島の各水産試験場（指導所）にて採集したもの。

Table 2. The relation between the body length and the stomach content of the sardine.

Food / B. L. (mm.)	20	21–30	31–40	41–50	51–60	61–70	71–80	81–90	91–100	101–110	111–120
Diatom			++	++	++	+++	+++	++	+++	+++	+++
Dinoflagellata			++	++	+	+	+		+	+	
Silicoflagellata										+	
Tintinnoinea		+++			+						
Copepoda		+++	+++	+++	+++	++	+	+	++	+	+
Cladocera			+	++	++						
Schizopoda											+
Amphipoda			+								
Decapoda											
Copelata											
Larval plankton		++	++	+	+	+	+	+	+	+	+
Contained food	8	66	51	44	18	11	25	17	103	121	101
No food	82	51	12	1	1	4	0	0	0	0	0
Total	100	117	63	45	19	15	25	17	103	121	101

121–130	131–140	141–150	151–160	161–170	171–180	181–190	191–200	201–210	211–220	221–230	Total
+++	+++	+++	+++	+++	+++	+++	+++	+++	+++		
+	+	+	+	+				+	+	+	
++	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	
		+									
+			+								
	+	+	+								
+	+	+				+		+	+	+	
63	35	30	23	14	3	2	14	32	23	2	806
0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	161
63	35	30	23	14	3	2	14	32	23	2	967

+++ The number with very much food.
++ The number with much food.
+ The number with a little food.

で漁獲された 50 mm 以下のものは，主として *Calanus* sp., *Oncaea* sp. *Microsetella* sp. 等の *Copepoda* であって，Lamellibranchia-larva, Gastropoda-larva, Cladocera 等も多少は認められた。5 月に地曳・縫切網で漁獲された 120 mm 以下のものは，主として *Calanus* sp., *Oncaea* sp., *Microsetella* sp., 等の Copepoda と Lamellibranchia larva, Gastropoda larva で，*Skeletonema* sp., *Chaetoceros* sp. 等も認められた。6 月に地曳網で漁獲された体長 40 mm 以下のものは，主に Copepoda で多少の Lamellibranchia-larva, Gastropoda-larva, Diatom 等が認められた。揚繰網では 70—230 mm 範囲のもので，1・2 月に漁獲されたものは Chaetoceros sp., *Thalassiothrix* sp., *Bacteriastrum* sp. 等の Diatom で優占されているが，多少の Copepoda もみられ，3 月は主に *Paralavella* sp. で Copepoda, Lamellibranchia-larva, Gastropoda larva も認められた。4 月以降は殆んど Diatom で主に *Chaetoceros* sp., *Bactereastium* sp., *Thalssiothrix* sp., *Thalassiosira subtilis*, *Skeletonema* sp. 等で占められているが Copepoda も相当数認められた。しかし相対的に 8，9 月は Diatom は減少しているが 10 月以降は又増加している（Table 3 参照）。

Table 3. Seasonal change of the stomach content of the sardine.

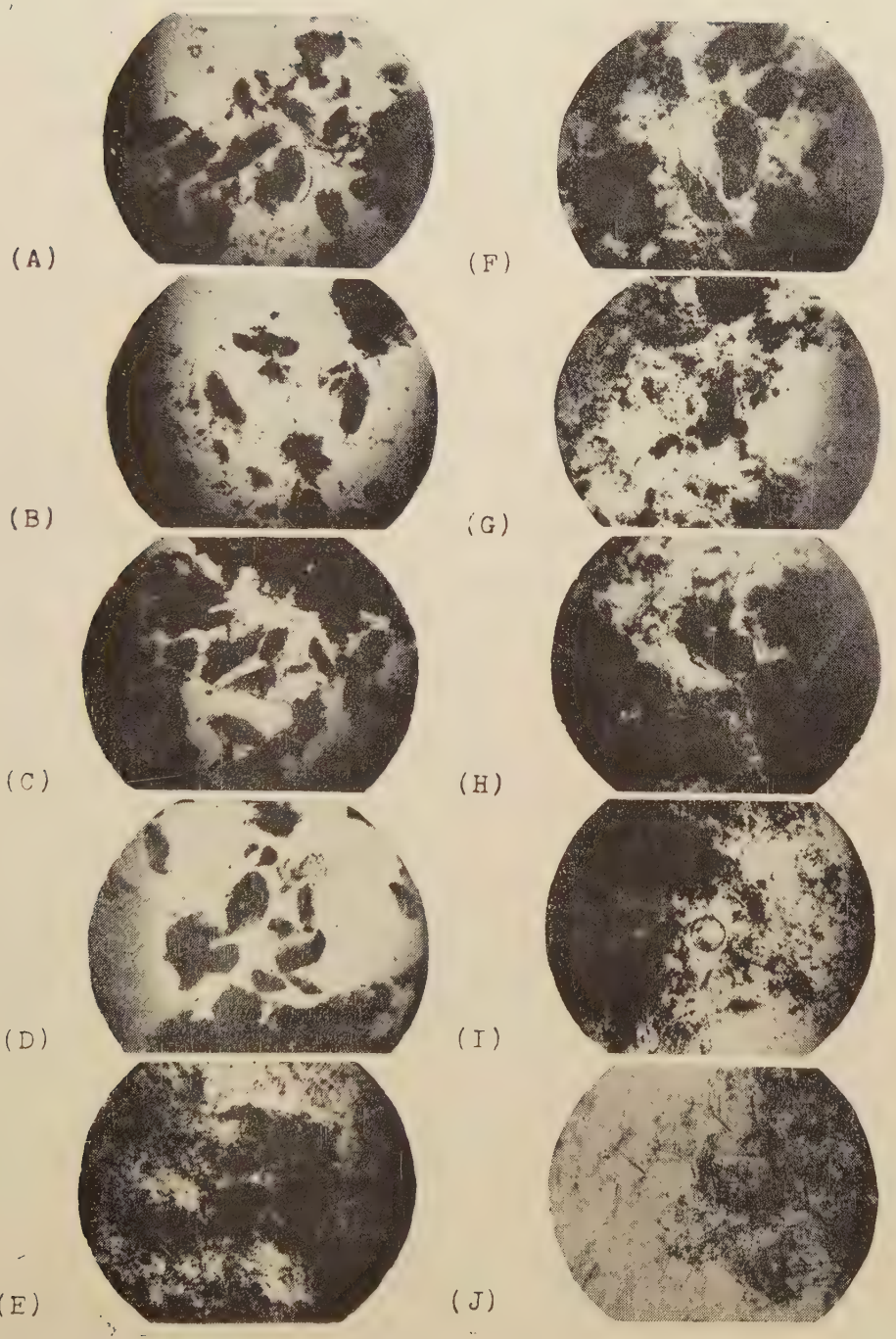
Food / Month	Jan.	Feb.	Mar.	Apr.	May	Jun.	Jul.	Aug.	Sep.	Oct.	Nov.	Dec.
Diatom	###	###	## #	### #	### ##	### #	###	##	##	###	###	###
Dinoflagellata		+	+	+ #	+ #	#	+	+	##			
Silicoflagellata								+		+	+	
Tintinnoinea			### ###	#	+							
Copepoda	##	+	##	## ###	## ###	## ##	+	###	+	+	+	+
Cladocera				##	#	#		+	+			
Schizopoda		+									+	
Amphipoda						#					+	##
Decapoda								+				
Copelata	+			+	+			+	+			
Larva plankton	+		##	+ ##	###	+ #	+	+	+	+	+	+
Purse seine	44	30	20	30	50	20	190	60	77	39	39	10
Beach seine			70	78	82	28						
Larva net	2	50	50	8	2		2					
Total	46	80	126	116	135	48	192	60	77	39	39	10
Average B. L. (mm.)	44	33	20 (26)	30 (32)	50 (52)	20 (41)	190	60	77	39	39	10

The number with very much food.
The number with much food.
\+ The number with a little food.
\+ Catch of the purse seine.
\# Catch of the beach seine.
( ) Catch of the beach seine.

考　　察

対馬暖流開発調査の一環として Plankton 調査が行われているが，現在までの結果によると九州西海域に於いては Diatom の増殖期は3—4月の春期にみられ，Copepoda は9—10月の秋期に比較的に多い傾向がみられている。時期・海域の異なることによつて Plankton の種類・数量も変るのであるが，マイワシの同一時期に採集された幼魚と成魚の胃内容物組成が異つていることから，マイワシは生長段階の進展につれて食性が変化するものと思われる。本調査では体長 20 mm 以下のものでは，胃内容物が全くみられなかつたので，どのようなものが攝餌されているかは判らないが，稚魚の生態・生理機能より考えて Copepoda の如き大型 Plankton は攝餌不可能ではないかと考えられる。体長 20 –40 mm の標本は極く沿岸で操業される地曳・縫切網にて3—6月の Diatom の増殖期に漁獲されたにも拘らず，これ等の胃内には主に Copepoda, Lamellibranchia-larva Gastropoda larva 等の Zooplankton が攝餌され，胃内は全くこれ等のもので充満され Diatom の如き小型 Plankton はみられない。Diatom の中でも大型の *Coscinodiscus gigas* は時々みられることがある。一方同時期に相当沖合にて操業される揚繰網で漁獲された，平均体長 120 mm 前後のものには，相当数の Diatom もみられている。沖合で5—9月の Diatom の増殖期から減少期へ移る時期に揚繰網にて漁獲された体長 50 –140 mm のものでは前者に比べて Diatom の数量・種類が段々増加し，Phytoplankton 及び Zooplankton の両者共に攝餌されている。両者を比較すると，個体数（Phytoplankton では細胞数）は当然 Phytoplankton が多いが，量的にみると Copepoda が優勢であつた。上述のように，50 mm 前後に達すると Diatom の如き小型 plankton も攝餌することがみられるが，マイワシの攝餌機能が Eugene C. Scofield や，中井の述べているように Gill raker によつて支配されるならば，生長につれて Gill raker が発達して，濾過能が小さくなり 50 mm 前後になると Diatom でも攝餌する機能が現われたものと思われる。Copepoda の比較的多い秋期より減少する 10—2 月の時期に沖合で操業される揚繰網で漁獲された体長 150 mm. 以上の段階のものでは前者とは全く逆現象がみられる。即ち，これらでは Copepoda も少数はみられるが，主に *Chaetoceros* sp., *Bacteriastrum* sp., *Thalassiothrix* sp., etc. の Diatom で充満されている。これ等のものが漁獲されるときは，Plankton の季節的な傾向として Diatom が

PLATE 1.



EXPLANATION OF PLATE 1.

Microphotographs showing stomach contents of the sardine.
(A), (B) Stomach contents of a sample measuring 29 mm. in body length.
There are only Copepoda.
(C), (D) Stomach contents of a sardine measuring 47 mm. in body length.
Copepoda is dominant and a few diatoms are also found.
(E) Stomach contents of a sardine measuring 107 mm. in body length.
Both Copepoda and Diatom are found.
(F), (G), (H) Stomach contents of a sardine measuring 148 mm. in body length.
Both Copepoda and Diatom are found. *Microsetella* sp. are found in (F).
(I), (J) Stomach contents of a sardine measuring 196 mm. in body length.
Coscinodiscus sp. is found in (I), and *Bacteriastrum* sp. in (J).

Copepoda より優勢な時期でもあることゝ，又 Gill raker も相当発達しているので，両者が一致してこれらの現象がみられたものと思われる。

以上述べた如く，胃内容物組成の差異は胃を切開いた際肉眼的にも或る程度判る。即ち，20 mm 前後のものでは無色を帯び，50 -140 mm 範囲のものでは赤茶色又は赤茶色と黄緑色の混合色を呈し，150 mm 以上のものでは全く黄緑色で，時には赤色が点在することもあるというふうであり，これから攝餌内容を大体推察することが出来る。前報告の如くマイワシは産卵水域内では餌料の選別性はなく，その水域の卓越群を多く攝餌しているが，異る生長段階に於ける胃内容物の組成の違いは Eugene C. Scofield，中井の報告の如く，生長に従つて Gill raker が発達し，濾過率が段々小さくなることに帰因することがわかる。幼魚期には Copepoda を攝餌していたものが或る程度生長すると Ditom の如き小型 Plankton を摂餌することが出来るようになることは Gill raker の構造の違いと Plankton の季節変化の影響から生ずるものと考えられる。海水中より Diatom を餌料として濾過する能力が現われるのは体長 50 mm. 前後の段階ではないかと考えられる。以上は胃内容物の観察を主としており，Gill raker 及び消化系の構造との関係，日間攝餌量等については更に組織学的或は実験的研究を要する。

要　　約

九州西海岸で捕獲されたマイワシについて，その生長段階の進展に伴つた食性の変化を消化管内に残存した餌料の観察から追究した。その結果を要約すると次の通りである。

（1） 体長 20—40 mm のものは主に *Oncaea* sp., *Microsetlia* sp., Lamellibranchia-larva, Gastropoda-larva etc. 等を摂餌していた。

（2） 体長 50—140 mm のものは Copepoda と Diatom の両者を摂餌しているが，量的には Copepoda が多い。

（3） 体長 150 mm 以上では，主に *Chaetoceros* sp., *Bacteriastrum* sp., *Thalassiothrix* sp., etc. を摂餌していた。

（4） マイワシが Diatom の如き小型 Plankton を摂餌するようになる生長段階は 50 mm 前後であつた。

文　　献

1) 米田勇一・吉田陽一： 日水誌., **21**, 62—66 (1955).
2) 橋高二郎： 日水誌., **20**, 173—177 (1954).
3) Easte E. Cupp： Marine plankton diatom of the west coast of North America (1943).
4) プランクトン時報, No. 8-No. 15, (1934—1940).
5) 時岡 隆： 海産プランクトン図説（2）.
6) 小久保清治： 浮游生物分類学, 厚生閣, 東京 (1932).
7) 中井甚二郎： 水産研究誌, **33**, 547—561 (1938).
8) Eugene C. Scofield： Calif. Div. Fish Game. Fish Bull. No. 42 (1934).
9) Marie V. Lebour： The food of post-larva fish (1918).
10) ——————： The food of young fish (1919).

* 第2回対馬暖流調査シムポジアムにて発表（福岡. 昭 30. 1).

マコガレイ卵巣卵の成熟過程について

狩谷貞二・白旗総一郎
（東北大農水産生物学教室）

On the Growth of the Ovum of the Flatfish, *Limanda yokohamae* (GÜNTHER).

Teiji KARIYA and Soichiro SHIRAHATA

The ovary and body tissue of the fish, *Limanda yokohamae* (GÜNTHER), caught by drag-net in Sendai Bay, were examined morphologically and physiologically during the maturation phase.

1). In August oocytes begin to grow in ovary, and in December they are spawned, when their diameter measures about 0.7 mm. Just before spawning, ovary contains a small amount of oocytes (0.05 mm. in diameter) beside a large amount of matured eggs (0.7 mm. in diameter).

2). The relation between egg-diameter and ovary-weight is shown by the following formula.

$$Ow = 63.83\,Ed^{2.835}$$

OW : Ovary-weight/body-weight × 100 (%)
Ed : Egg-diameter (mm.)

3). The relation between body-weight and egg-number is shown by the following formula.

$$En = 1{,}790\,Bw - 225{,}800$$

Bw : Body-weight (g.)
En : Egg-number

4). The moisture of ovary decreases remarkably during the period from September (0.15 mm. in egg-diameter) to October (0.4 mm. in egg-diameter).

5). The weight and caloric value of egg are correlated to egg-diameter as follows :

$$Ew_{1000} = 465.5\,Ed^{2.592}$$
$$Eq_{1000} = 732.8\,Ed^{2.717}$$

Ew_{1000} : 1,000 eggs-weight (g.)
Eq_{1000} : Caloric value of 1,000 eggs (kcal.)

6). Although the body-length and the body-weight show no observable increase during the maturation phase, the total caloric value of the female's body, including the ovary, keeps on increasing. This fact means that the growth of the fish continues during this phase.

魚卵の発生生理に関しては極めて多くの研究があるが，卵が卵巣内で成熟する迄の過程に就いては，形態学的研究が多く，生理学的研究は鮭鱒族に就いて GREENE[1] (1926), PENTEGOFF, MENTOFF & KURNAFF[2] (1928), DAVIDSON & SHOSTROM[3] (1936), ニシンに関して MILROY[4] (1908) の研究が挙げられるに過ぎない。卵巣卵の成熟過程の問題は，水産資源学的には産卵記号，成長，養殖上では採苗並びに熟度の判定等の基礎ともなるべきもので，その重要な事は云う迄もないが，現在迄の研究が鮭鱒族に片寄って居る為に種々の推測が確められない儘に放置されて居る。従つて，今後多くの魚種に就いて多方面からの研究が望ましい。

マコガレイに於ては，卵巣卵が成熟する時期に一時生長が止まり，その時期を休止期と呼んで居る。しかし卵の持つ熱量よりも高い事が予想されるから，体長・体重が変らなくても卵巣部の占める比率が大きくなれば，魚体の保有する全熱量は増加するわけで，生理的には型の違つた生長が行われて居る事になるであろう。我々はそれ等の問題を考究する手掛りを得る目的で，卵が卵巣内で成熟して行く間の一般化学組成の変動を調べた。

材料及び方法

1955 年5月6日受理

使用されたマコガレイ *Limanda yokohamae* (GÜNTHER) は，仙台湾の底曳網によつて捕獲され宮城県名取郡閖上港に水揚げされたものである。このマコガレイの内卵巣の熟し始めると思われる 1952 年 8 月から産卵の終る 1953 年 1 月迄，平均雌魚 5 尾を採り，計 34 尾につき体長・体重・卵巣重量・卵巣膜重量・鱗及び耳石による年令査定・卵巣・の体に於ける位置測定を行ひ，更に卵巣については卵母細胞数・卵数・卵径・卵重量・水分量・粗蛋白量・粗脂肪量・lecithin 量・粗灰量・calcium 量を測定し，それ等の結果から卵 1000 個当りの熱量を蛋白 1 g 4.35 kcal 脂肪 1 g 9.45 kcal として算出した。

結　　果

取扱はれた 34 個体は，体長をそろえるべく心掛けたが，22 cm から 57 cm の巾を持ち，従つて 2 才から 6 才に亘る結果となつた。化学分析に際して，特に多量の試料を測定する事が時間的に困難な事と，既に仙台湾に産するマコガレイの年令・体長と体重との関係，卵巣指数の時期的変化に関しては，畑中・岩橋[3]が多数の個体を測定して居る事との 2 つの理由で，得られた結果は卵径頻度曲線のモードで一応卵巣内卵の成熟経過を表わし得るものと仮定し，成熟径過を考察するに当つて，測定個体を卵径のモードの順に配列した。

卵巣及び卵巣卵の成熟に伴う形態変化

8 月以前卵巣内には径 0.05 mm にモードを持ち，大きな核と透明な細胞質とを持つ一群の細胞のみが存在する。これは卵母細胞であるが，8 月中旬以降卵母細胞の一部は卵黄物質を蓄積し始め，核は不明瞭となり卵径は増大する。この細胞を卵細胞と呼べば，卵細胞は其後も次第に増大し，卵径のモードが 0.2 mm に達する 9 月末には，残つて居る卵母細胞と卵細胞とは明瞭に区別する事が出来る。第 1 図で見られる様に，卵細胞は 12 月下旬卵径が 0.7 mm となる迄増大するが，その時でも卵巣内には 0.05 mm の卵径をもつ卵母細胞群が存在する。放卵後 1 月には卵巣は卵母細胞群のみとなる。

卵巣重量・生殖腺指数・抱卵数

卵巣重量は卵径の増大と共に増加するが，個体の体重によつて当然違う事が予想されるから，卵巣重量の全体重に対する割合をとり，これが卵径の増加とどの様な関係にあるかを調べると，次式があてはまる。

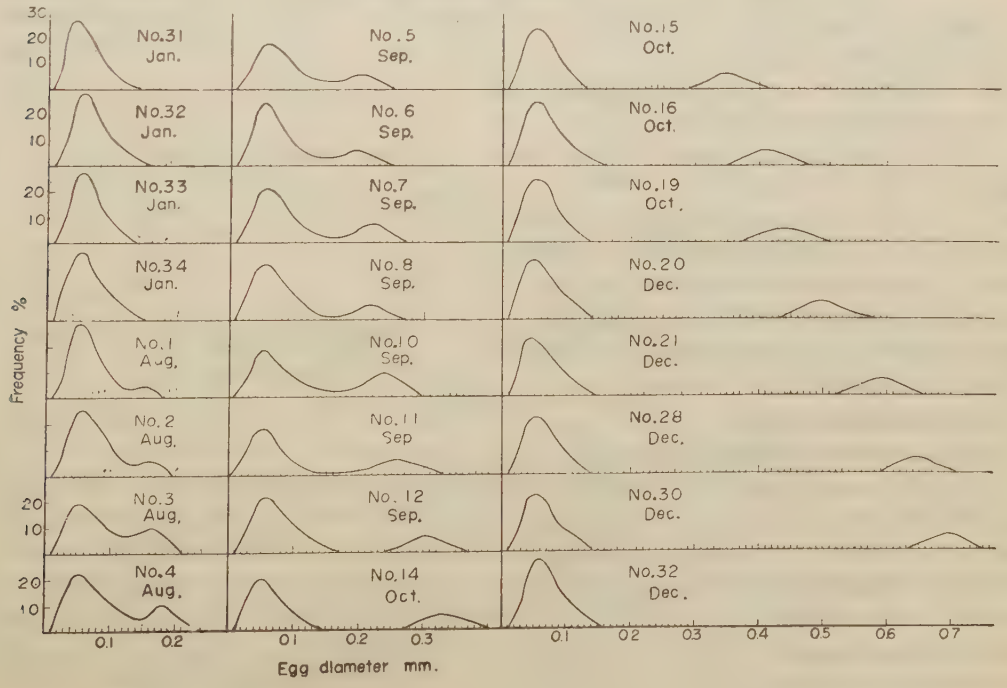


Fig. 1. Growth of ovum in ovary of the flatfish, *Limanda yokohamae* (GÜNTHER).

$$Ow = 63.83\ Ed^{2.835} \quad \cdots\cdots (1)$$

Ow : $\frac{\text{卵巣重量}}{\text{体重}} \times 100(\%)$, Ed : 卵径 (mm)

一般に生殖腺指数と呼ばれる表現形式を用いても，之と良く一致する。又この結果は畑中・岩橋[5]によつて得られた各月の生殖腺指数と良く一致するが，産卵直前の生殖腺指数が5.8となり稍と大きく現れた。次ぎに体重と抱卵数との関係は，可成の分散を示して居るが，大体直線的傾向が認められ，次式に従う。

$$En = 1790\ Bw - 225800 \quad \cdots\cdots (2)$$

Dn : 卵数, Bw : 体重 (g)

卵母細胞数に於ては，体重の増加につれて多くなる傾向が認められるが，非常に散らばつて居り，関係式を求める事は困難であつた。抱卵数に就いては，畑中・岩橋[5]の求めた値よりも可成多い結果が得られた。

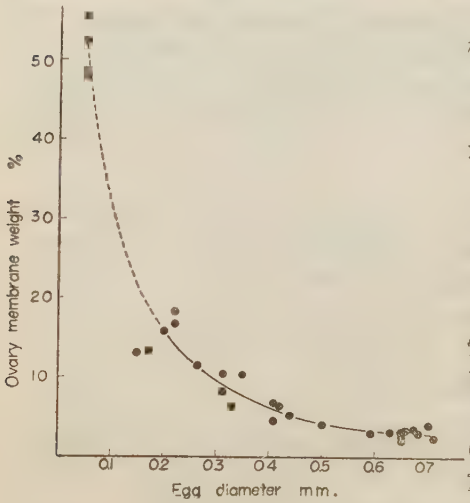


Fig. 2. Relation between egg-diameter and ovary membrane weight.

3) 卵巣膜について

卵巣膜の変動を調べるに当つて，卵巣に対するその重量を求めた（第2図)。即ち，内容が卵母細胞のみから構成されている場合には，重量%は大きいが，産卵期に近づくにつれて値は減少する。今前に求めた（1）式から各卵径の時の卵巣重量%を求め，第2図から卵巣膜の卵巣重量に対する重量を求めて，その積を作ると，卵巣膜の体重に対する比が得られる。この場合休止期であるから，体重を略一定と考え，更に卵巣形状を一応相似と仮定すると，卵巣表面積の比は，各時期の卵径の2乗の比で表わす事が出来よう。従つて求められた比で卵巣膜の体重に対する比を除せば，得られた値は各卵径の時の卵巣単位表面を蔽う卵巣膜重量比を表わして居る事となる。今この重量比は，厚さの比とも考えられるから，卵径 0.2 mm の時の卵巣膜の厚さを1.0とした場合，各期に於ける膜の厚さの減少を図示したものが第3図である。即ち卵巣膜は卵巣の生長と共に僅かにその厚さを減じ乍ら表面を蔽う様に増大して行くものと考える事が出来る。この事は 12 月の卵巣膜を観察すると，明かに薄く見える事によつて裏付けられるが，こゝで注意しなければならない事は，今卵巣膜と呼んで居るものは，組織学的に厳密な意味での卵巣膜ではなく，これに多少の卵巣内細胞群が密着したものであつて，薄くなる事は密着細胞群が減少する事を意味して居るのかも知れない。この点は成熟後期特に放卵の問題と関連して今後精査を要する所と考える。

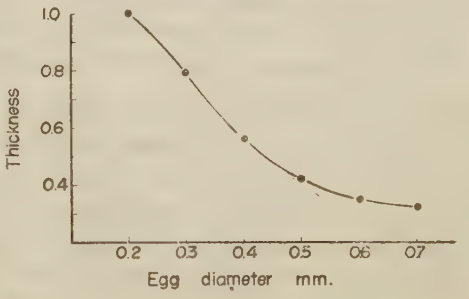


Fig. 3. Relation between egg-diameter and thickness of ovary membrane.

4) 卵巣内容物の化学成分

水分量・粗蛋白量・粗脂肪量の百分率を各卵径に対して図示したものが第4図である。この場合水分量と粗蛋白量とは殆んど逆の関係を保つて居り，水分量は卵径が 0.15 mm になる迄変化しないが，その後卵径の増大と共に著しく減少し，卵径が 0.4 mm に達すると安定するが，唯僅かではあるが卵径 0.5 mm の場合に最小値をとり，その後増加の傾向が認められる。粗蛋白量・粗脂肪量は，共に水分量の変動と逆の関係にあるから，乾物量に対する比に各成分を換算して画いて見ると，第5図の様になる。即ち，粗蛋白・粗脂肪・粗灰分は多少の増減はあるが，略一定で水分量のみが著しく変化する事が分る。従つて，卵成熟の過程を通じて，乾物組成はあまり変動しないもので，卵径 0.15 mm から 0.4 mm となる迄，即ち8月下旬から 10 月下旬の間で水分の変動が大きく行われる。こ

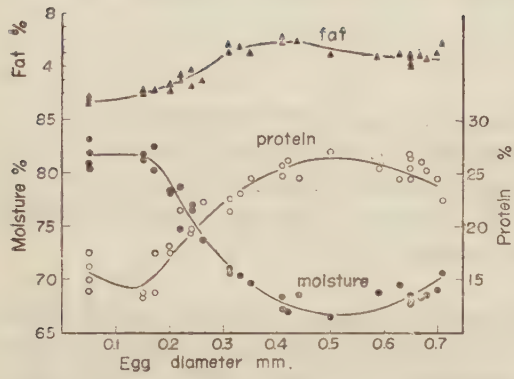


Fig. 4. Chemical changes in ovary.

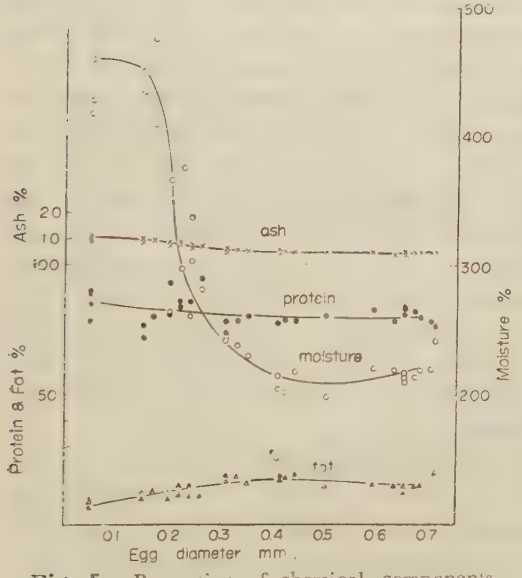


Fig. 5. Proportion of chemical components to the dry matter.

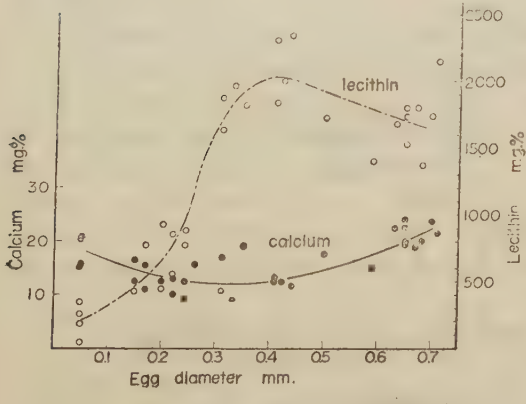


Fig. 6. Calcium and lecithin content per 100 g. ovary.

の時期は生理的変動期と見做されようが，更に灰分中の calcium 量及び脂肪中の lecithin 量を測定すると，いずれも卵径 0.4 mm を超えると著しく増加するもので，その傾向は前に述べた粗蛋白・粗脂肪の増減傾向と一致しない（第6図）。即ち，乾物中の内訳は更に細かく見れば可成の変動があると思われ，単に水分量だけの変動ではないであろうが，熱量の上から考える場合には，水分の変動が全体を支配するものと見て差支えなかろう。第7図に示す様に，1 g 当りの熱量は卵径 0.15 mm の頃から 0.4 mm 迄の間で著しく増加し，それ以降放卵迄変動は殆んど認められない。云い換えれば，生理的変動期に水分の減少による濃縮化が行われると云う事を意味す

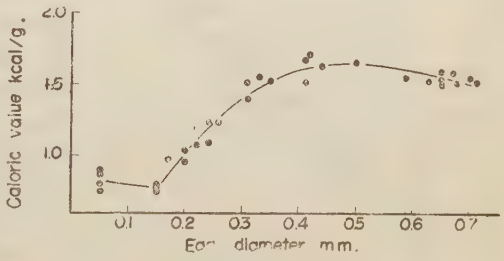


Fig. 7. Relation between egg-diameter and caloric value per 1 g. ovary.

る。卵巣内容重量と卵径との関係は次の式に従って居り，これにその時の熱量を掛ければ卵巣内容物の持つ熱量を算出し得る。

$$OCw = 60.74\,Ed^{2.605} \quad \cdots\cdots (3)$$

$$OCw : \frac{\text{卵巣内容重量}}{\text{体重}} \times 100\ (\%)$$

5) 卵 1000 個のもつ熱量

8・9月の卵径頻度曲線を見ると，8月では卵母細胞と卵黄を多量に有する卵細胞が認められ，9月に卵細胞の山は増大するが，卵径頻度曲線の上からは未だ完全に両群は分離して居ない（第1図）。8月に於いて 0.15 mm にモードを持つ卵群は全数の $\frac{1}{6}$ に過ぎないが，各細胞を球体として容積を計算すると，卵群は卵巣内容物の 83 %，9月では 96 %を占め，卵群と卵母細胞群とが完全に分離する 10 月では 99 %となり，それ以後では残って居る卵母細胞群は無視しても差支えないと思われる。そこで10月以前のものでは，卵母細胞群を無視する事が出来いから，大部分が卵母細胞で極めて小さい卵細胞の出来始める8月では，その2者は一応同質と見做して卵径細胞との容積比を算出し，卵巣内容物を分け

て卵 1000 個の重量・熱量・calcium 量・lecithin 量を算出した。卵 1000 個当りの重量又は熱量と卵径との関係は次式で示される。

$$Ew_{1000}=435.5\ Ed^{2.502} \quad \cdots\cdots (4)$$

$$Eq_{1000}=732.8\ Ed^{2.717} \quad \cdots\cdots (5)$$

Ew_{1000} : 1000 個卵の重量 mg., Eq_{1000} : 1000 個卵の熱量 (kcal)

卵径 0.4 mm に達する迄に現われる卵巣内容物の質的変動は，羃の差として表われて来る。(3)式(4)式で於て卵径の指数が殆んど等しい事は，卵巣重量は成熟する卵細胞自身の重量はよってきまるもので，卵母細胞は大して問題とする必要のない事を意味する。又この指数が3よりも低い事は，成熟に伴って卵の比重が低下することを意味し，MILROY[4] のニシン卵成熟の研究結果と一致する。

6) 成熟に伴つて体に分布する熱量の変動

此処で我々の使用した魚体の全体重と体長との関係を時期の如何を考慮せずに画いて見ると，第8図の様になる。図には既に畑中・岩橋[5]によつて求められた鰯魚の体長・体重関係式 $M=0.0000371\ L^{2.93}$ (w : g, L : mm) から計算して得られた値が黒点で示されて居り，我々の使用した 34 個体がこれによく一致するから，この関係式は成熟の如何なる時期にも当てはまる事が分る。次ぎに最も成熟した4個体について，全体重から卵巣重量を差引いた残りの体重を◉印で表わした。尚 12 月 22 日の標本はいずれも放卵直前と思われるので，第3図から放卵が卵径 0.7 mm の時行われるとして，卵巣重量に当る体重の 25 % を差引いた残りの体重，即ち全体重の 75% 部分を破線が示して居る。これは当然◉印と一致するわけで，他の時期の卵巣重量を差引いた体重の各点は繁雑となるから書き入れてはないが，殆んどこの2線の間に現われる。この事は全体重が成熟の時期であると否とを問わず，体長と一定の関係にあり，卵の成熟に伴って卵巣重量と略等しい重量だけ卵巣以外の体重が減少する事を意味するであらう。

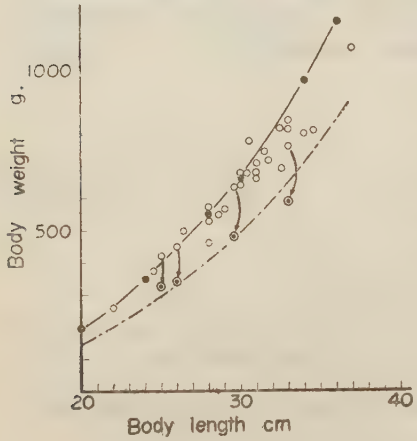


Fig. 8. Relation between body length body weight.
- ○ Total body weight
- ◉ Body weight without ovary weight
- ◉ Body weight calculated by HATANAKA & IWAHASHI's formula.

次ぎに筋肉部及び臓器の化学成分の変動を調べた。(第1表)。放卵後の1月29日の標本を除き，水分は筋肉部に最も多く卵巣臓器の順であり，脂肪はその逆の傾向を示して居る．蛋白は卵巣に最も多く，筋肉臓器では大差がないが，此等の傾向は放卵後急に互に接近した値を持つ様になる。但しこの場合臓器の脂肪量だけは特に大きな値であるが，これも 10 月末を境として急激に減少する。蛋白質量%が示す様に，臓器量は成熟に伴って大きな変動があるとは思われないから，この質の変動は脂肪絶対量の減少を示し，これは既に述べて来た卵巣脂肪増加と密接な関係があろう。他方筋肉部に於ては，脂肪の変動は認められず，蛋白に関しては肉部に於ても臓器部に於ても大きな変動は認められない。以上の結果から，熱量を計算して見ると肉部では 1 g 当り平均 0.91 kcal で，臓器部では卵の成熟初期 3.6 kcal のものが放卵直前には 1.4 kcal に減少する。これに対して卵巣部では，放卵直前 1.6 kcal の熱量を持つようになる。以上の知見を集積すると，卵巣が成熟するにつれてその卵巣重量に等しい重さだけ体重の減少する事，放卵真際の卵巣は全体重の 25 % に近い事，且その時の熱量は 1 g 当り 1.6 kcal である事，肉部の熱量は殆んど変化なく 0.91 kcal である事，臓器の重量は殆んど変化しないが，放卵迄に 1 g 当り 2.17 kcal の熱量減少がある事等が分って居るから，肉及び臓器に於ける減少熱量と卵巣に蓄積される熱量との比は次の様にして概算される。

$$\frac{\text{筋肉熱量}\times\text{減少筋肉量}+\text{臓器減少熱量}\times\text{臓器量}}{\text{成熟卵巣熱量}\times\text{卵巣重量}}=\frac{0.91\times0.25\,Bw+2.2\times0.021\,Bw}{1.6\times0.25\,Bw}$$

$$=\frac{0.274\,Bw}{0.400\,Bw}=0.685$$

Table. 1. Chemical components of ovary, muscle and viscera except stomach and intestine.

Ow : Ovary weight, g. Bw : Body weight, g. Vw : Viscera weight, g.

Fish No.	Sample date	Body length cm.	Body weight g.	Head, fin & bone weight %	Ovary							
					Ow/Bw ×100 %	Egg diameter mm.	Ovary content g.	Moisture %	Protein %	Fat %	Ash %	Caloric value kcal./g.
10	22 nd Sep.	31	670		1.8	0.24	12.1	77.09	19.63	2.51	1.51	1.09
17	22 nd Oct.	30.5	635	14.6	6.5	0.41	42.2	67.10	25.56	6.16	1.51	1.69
21	6 th Dec.	32.5	845	12.4	19.5	0.59	159.9	68 90	25.69	4.19	1.29	1.56
27	22 nd Dec.	26	431	15.4	22.3	0.63	92.6	69.40	24.44	4.98	1.24	1.53
29	22 nd Dec.	29.5	635	13.5	24.6	0.65	151.8	68.01	26.75	4.77	1.30	1.61
25	6 th Dec.	37	1035	13.1	22.5	0.68	232.6	68.63	25.19	4.61	1.37	1.52
31	29 th Jan.	26.5	366	17.7	1.3	0.05	2.0	83.17	15.00	1.65	1.82	0.81

	Muscle					Viscera except stomach and intestine						
Muscle weight g.	Moisture %	Protein %	Fat %	Ash %	Caloric value kcal./g.	Viscera weight g.	Vw/Bw ×100 %	Moisture %	Protein %	Fat %	Ash %	Caloric value kcal./g.
480	78.4	18.6	1.5	1.25	0.95	15	2.2	53.00	11.0	33.2	1.31	3.62
450	78.39	18.63	1.55	1.25	0.96	15.6	2.3	52.73	11.0	32.9	1.28	3.59
500	81.69	16.75	1.44	1.29	0.86	17.4	2.1	75.52	16.13	6.23	1.84	1.29
230	81.27	16.12	1 65	1.30	0 86	12.4	2.9	74.40	13.18	10.28	1.52	1.55
360	81.27	16.62	1.32	1.33	0.85	11.3	1.8	76.74	14.81	7.37	1.58	1.54
570	80.72	18.37	1.35	1.32	0 93	23	2.2	75.13	15.81	6.69	1.83	1.32
250	80.29	17.75	1.66	1.30	0.93	6.5	1.8	76.98	15.87	8.64	1.71	1.52

即ち放卵真際の卵巣熱量を100％とすると，肉及び臓器の減少熱量はその約70％に当り，総体重の12.6％（40.0−27.4＝12.6）分だけ熱量の増加がある。これ以外に基礎代謝と運動に要する熱量が考えられるから，之等3熱量の総和は外界から餌料の形で摂取される必要があろう。この事は成熟中のマコガレイの胃中に摂取した餌が観察される事によって裏付けられる。我々の取扱った個体数は少いので，正確な数値は更に今後の精査によって補正されるであろうが，既にGREENE等の鮭の産卵期の代謝を明らかにした事，卵に体組織から卵への成分の動きは確実でないにしても，極めて顕著なものがある。魚類の様に，多量の卵を有するものでは，程度の差こそあれこの様な現象が常に存在するものであろうと思われる。又これ等の化学組成変動は魚類特有の旬の問題を理解するに当って，卵巣に要する熱量の大きな事を考慮に入れて研究する必要のある事を示して居る。

要　　約

仙台湾のマコガレイに就いて，その卵巣成熟過程に於ける卵巣並びに体の化学組成変化を調べた。

(1) 卵母細胞は8月に一部増大し始め，12月下旬から1月上旬に径約0.7mm．となり放卵されるが，放卵直前の卵巣中には卵細胞と共に卵母細胞も存在する。

(2) 卵径と卵巣重量との関係は次式で示される。

$$Ow = 63.83\ Ed^{2.83} \qquad \left(Ow : \frac{\text{卵巣重量}}{\text{体重}} \times 100,\ Ed : \text{卵径 mm}\right)$$

(3) 体重と卵抱数との関係は次式で示された。

$$En = 1790\ Bw - 225890 \qquad (En : \text{卵数},\ Bw : \text{体重 g})$$

(4) 卵巣膜は卵巣の生長と共に僅かにその厚さを減じ乍ら表面を蔽う様に増大して行く。

(5) 卵巣成熟過程中，質的変動期は卵径0.16mmから0.4mmの間即ち9月10月に存在し，この時水分減少著しく乾物組成の変化は少い。

(6) 成熟に伴う卵1000個の重量・熱量・calcium量・lecithin量を求めたが，重量及び熱量は次式に従う。

$$Ew_{1000} = 435.5\ Ed^{2.592}$$

$$Eq_{1000} = 732.8\ Ed^{2.717} \qquad (Eq_{1000} : \text{1000卵の熱量 kcal},\ Ew_{1000} : \text{1000卵の重量 g})$$

7) 成熟に伴い卵巣重量に等しい重量だけ体重が減少するが，臓器部の減少は認められない。

8) マコガレイに於ては卵巣の熱量は筋肉部の熱量よりも高く，卵巣の成熟する迄に総体重の12.6％の熱量増加が認められ，体重は変らなくても形の違った生長が行われて居ると云える。

御稿を終るに当って，御考閲並びに御助言を戴いた東大大島博士に厚く御礼申上げます。

文　　献

1) C.H. GREENE, : *Physiol. Review*, **6**. 201 (1926).

2) PENTEGOFF, MENTOFF & KURNAEFF : *Bull. Pacific Fishery Res. Sta*, **2**, 62 (1928).

3) F.A. DAVIDSON & O.E. SHOSTROM : *U.S. Bur. Fisheries Investi. Rept*, **33**, 1 (1936).

4) T.H. MILROY : *Biochem. J.*, **3**, (1908).

5) M. HATANAKA & S. IWAHASHI : *Tohoku Journ. Agri. Res*, **3**,2. 303 (1952).

鰭赤病鰻血液の病理学的觀察

保科利一・片田清次
(東京水産大学)(真珠研究所大村支所)

Some Pathological Observations on the Blood of Eels Suffering from "Ped Disease"

Toshikazu HOSHINA and Seiji KATADA

The "red disease" of eels ("Aalrotseuche" in German, Hireakab-yô" in Japanese) is an contagious disease originating from the infection of causative bacteria, *Pseudomonas punctata f. sacrowiensis* SCHAPERCLAUS. The authors studied some pathological characters in the blood of eels suffering from the red disease and the results obtained are as follows.

(1) The resistance of the erythrocytes against hypotonic saline solutions in diseased fish is stronger than that of normal healthy fish. (2) The precipitation velocity of blood cells was 2.6~5.5 mm. (expressed in WESTERGREN's "middle value") in affected fish and 2.5~2.6 mm. in normal fish. (3) The blood viscosity showed the values of 2.3~3.2 in the former and 3.4~3.6 in the latter.

The data of this experiment are summarized in tables 1 and 2.

著者等は鰻の鰭赤病の病理を明にする目的を以て赤血球の低張食塩水に対する抵抗力、血球沈降速度及び血液比粘度の測定を試みた。

未だこのような研究の報告例は見られないからこゝに実験結果の大要を報告する。本実験に際し、実験材料に就て、援助を頂いた東京水産大学稲葉伝三郎教授、並に同佐野徳夫氏に深謝する。

供試材料並に実験方法

静岡県吉田町川尻東京水産大学吉田実習場産の健康鰻及び同実習場附近の養鰻池から採集した典型的な鰭赤病鰻を供試材料とした。

3.8% の枸櫞酸ソーダ液の少量を以て凝固を防ぎ *Bulbus arteriosus* から採血、遠心沈澱して上澄液を捨て、0.65%食塩水で3回血球を洗滌、遠心沈澱した血球に対し元の血清量だけの 0.65%食塩水を加え血球浮游液を作製した。但し貧血の著明な病魚血液の場合は血球濃度が健康魚のそれによく同等になるように加える食塩水量を調節した。低張食塩水は化学用最純食塩を用いて正確に作製した1%液を蒸溜水を以て稀釈し、0.02%公差を持つ等差級数的稀釈液 (0.02~0.50%) を使用した。溶血度の測定には各低張度塩水 2.0 cc を厚さと太さの一定した小試験管に採り、これに既述の血球液を3滴宛滴下 (1/3 注射針の先端から)、15°C に約1時間静置後遠心沈澱し、上澄の溶血度を次に述べる方法によって肉眼的に比色定量した。即ち蒸溜水 2.0 cc に対し3滴の割に血球液を加え 15 C に1時間静置して遠心沈澱した上澄液の溶血度を 100%と定め、この液 1.8 cc に対し蒸溜水 0.2 cc 加えた液を溶血度 90%とし、以下この 100%液と蒸溜水とを一定の比率を以て加えて全量を 2.0 cc となるようにした液を定めた溶血度を示す標準液とし、これと各低張食塩水に於ける溶血度を比色した。このような測定法であるから標準液は実験個体ごとにその個体の血球を用いて作製した。

血球沈降速度は WESTERGREN の法に従い室温で測定し、その中央値を算定した。

血液比粘度は HESS の Viscosimeter を使用し 15°C に於て測定した。なお供試魚は採血前まで 17°C の浄水中に飼育された。

1955 年 5 月 10 日受理

実験結果及び考察

実験結果は Table 1 に示す通りである。表中の病状に就て重症 (S), 中症 (M), 軽症 (Sl) の記載は剖検所見と病魚の外見から症状重く瀕死の状態のものを重症，病気がかなり進んでいると認められたものを中症，症状軽く比較的元気のあるものを軽症と定めた。

Table 1. The haemolytic rate of erythrocytes in the hypotonic saline solution, the precipitation velocity of blood cells and the blood viscosity in diseased and healthy eels.

Fish number	Diseased fish								Healthy fish								
Items	1	2	3	4	5	6	7	8	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	XI
Body weights (g.)	81.5	165.0	111.0	165.5	111.0	106.0	180.0	83.0	116.0	124.0	114.0	108.0	139.0	175.0	301.0	368.0	403.0
Conditions of diseased eel	S	〃	〃	〃	〃	M	Sl	〃									
Precipitation velocity of blood cells*	2.6	2.6	2.7	2.9	5.5	3.0	3.4	3.4	2.5	2.6	2.5	2.6	2.6				
Blood viscosity	2.3	2.5	2.5	2.3	2.6	3.0	3.2	2.7	3.4	3.5	3.6	3.5	3.5				
Concentration of NaCl (%)	Haemolytic rate (%)																
0.20	90	100															
0.22	80	95	100	100													
0.24	70	90	95	95	100	100											
0.26	50	80	80	90	95	95	100										
0.28	30	70	70	80	90	90	95	100									
0.30	10	50	60	70	80	80	90	95	100	100				100		100	
0.32	5	20	40	50	60	70	80	80	95	95	100	100		90	100	95	100
0.34	0	10	20	40	40	50	60	70	90	90	95	95	100	70	95	90	90
0.36		5	10	20	20	20	40	50	80	80	90	90	95	50	80	80	80
0.38		0	5	10	10	10	20	30	60	60	70	80	90	30	70	60	60
0.40			0	5	5	5	10	10	40	40	50	60	70	20	60	40	50
0.42				0	0	0	5	5	20	20	30	40	50	10	40	30	30
0.44							0	0	10	10	10	10	30	5	30	20	20
0.46									5	5	5	5	10	5	20	10	10
0.48									0	0	0	0	5	0	10	5	5
0.50													0		5	0	0

Remarks: S, serious illness; M, moderate 〃; Sl, slight 〃; * expressed in WESTERGREN "middle value".

Table 1 に示す通り血球沈降速度 (WESTERGREN の中央値) は，病魚 2.6～5.5 mm，健康魚 2.4～2.6 mm であつて，健康魚ではほゞ一定して居るが病魚では変動が大きく且つ速度が大である。そして病気が重くなるに従つて速度の増加する傾向が窺われる，但し貧血が特に著しい場合には必ずしも 1～2 時間に於ける速度は大きくなく或る時間を経過すると急速に沈降する。

血液比粘度は 15°C に於て病魚 2.2～3.2，健康魚 3.4～3.6 で，前者の値は後者の値に比し著しく小さい。これは血球数の減少が主な影響を与えているものと思われる。

低張食塩水に対する赤血球の抵抗力に関しては人血に就ては季節，性別，疾病等により変化を示すことが知られており，また魚類では呼吸困難状態にあるときは抵抗力の減少することが報告されている。しかし鱒赤痢の鱒に就て調べた結果では，病魚の赤血球は健康魚のそれより低張食塩水に対し，より強い抵抗力を示し，特に重症魚の赤血球はその傾向大なることが認められた。

低張食塩水に対する赤血球の抵抗力の表わし方に就ては従来種々論議されてきているが，最近寺内 (1952) は溶血度曲線 (S 字曲線) を示すが VERHULST の式 $y(x)=\frac{L}{1+e^{-r(x-a)}}$ (こゝに x は食塩水濃度，y は溶血度，L は 100 %溶血度，a は $\frac{L}{2}$ の値とす) に近似的に適合することから，50 % 溶血を起す食塩水濃度 (a) と曲線の傾斜度を示す指標 (r) を定差図によつて求め，a により赤血球の平均の強さ，r により抵抗の巾を表わすことを提唱して居る。これは合理的な表現と認められるので同氏に従い Tab. 1 に示した結果から a と r を計算すると Tab. 2 に示す通りとなる。

Tab. 2 の示す通り 50 %溶血点の食塩水濃度は病魚 0.254～0.353 % (平均 0.315 %)，健康魚 0.353～0.413 % (平均 0.392 %) であつて，両者の平均値の差は F 検定により 1%以下の危険率を以て有意である。このように病魚の赤血球は低張食塩水に対し高い抵抗力を示すが，これは病魚の赤血球が低滲透圧で (重症のものは血色素量なども著しく少い)，そのために低張食塩水に釣合うのであろうと推察される。

Table 2. The average resistance of the erythrocytes against various hypotonic saline solutions (a) and the parameter (r) indicating the slope of the haemolytic curve in diseased and healthy eels.

	Fish number	a (%)	r		Fish number	a (%)	r
Diseased fish	1	0.254	49.2	Healthy fish	I	0.389	38.2
	2	0.293	41.1		II	0.389	38.9
	3	0.304	39.2		III	0.393	37.1
	4	0.322	37.1		IV	0.408	37.1
	5	0.324	35.2		V	0.413	37.1
	6	0.327	39.9		VI	0.353	33.8
	7	0.344	37.5		VII	0.405	35.4
	8	0.353	37.6		VIII	0.389	33.8
	Average	0.315	38.2		IX	0.387	39.9
					Average	0.392	36.9

次に抵抗巾に就ては病魚の中に小さいものが2例（No. 1, 2）見出されているが，全体としては有意な差を認め得なかつた。

結　　論

鰻寄生虫に就て，血球沈降速度，血液比粘度，及び低張食塩水に対する赤血球の抵抗力等を調べ次の結論を得た。

（1）血球沈降速度は病気の進むにつれ早まる傾向を示す。（2）血液比粘度は低下する。（3）低張食塩水に対する赤血球の抗抵力は増大する。しかし抵抗巾には変化がない。

文　　献

1) 堀内淑彦：赤血球抵抗に関する研究，東京医学会雑誌，**60**，357～363 (1952).

2) N. Kawamoto : Physiological Studies on the Eel. 1. The Seasonal Variation of the Blood Constituents. Sci. Rep. Tôhoku Imp. Univ. IV, Ser. Biol. **4**, 625～641 (1929).

3) 狩谷貞二：魚類の赤血球抵抗力に就て，第1報，呼吸困難状態の赤血球抵抗力，日本水産学会誌，**15**，728～734 (1950).

4) 狩谷貞二：同上，第2報，溶血度曲線と赤血球抵抗力の関係について，日本水産学会誌，**16**，65～69 (1950).

5) 寺本　明：低張食塩水に対する赤血球抵抗力測定方法の吟味，日本血液学会雑誌，**5**，357～363 (1941).

6) 本村　潔；赤血球抵抗力に就て，日本内科学雑誌，**14**，764～772 (1926).

7) G. Götz : Untersuchungen über Isoaglutination und Blutgruppen bei Fischen und die Senkungsgeschwindigkeit der roten Blutkörperchen. Z. f. Fisherei, **37**, 395～415 (1939).

水産動物に対する有害物質の有害度に関する研究—I. 有害度の測定方法について

福田博業
(宮崎大学農学部水産化学教室)

Poisoning of Aquatic Animals with Some Toxic Substances—I. Method of Estimation of Toxicity.

Hironari FUKUDA

In an attempt to toxicity of some substances to aquatic animals, linearly arranged five pots supplied with running water were used (Fig. 1). Any change of behaviour of the experimental animals in them when exposed to waterborne toxic substances was noted against normal conduct of the controls. Evaluation of toxicity was done by adding different weights on different signs of vector as revealed by locomotion of the animals in question and also on time required for the conduct.

Toxicity was read in terms of minutes in reference to poisoning (Fig. 3). Threshold toxic concentration was graphically determined (Fig. 3). The limens for the teleost, *Oryzias latipes*, were found 1/1,600,000 $CuSO_4$, 1/15,000,000 KCN, and 1/1,050,000 NaOH.

緒　　言

有害水による水産生物の被害の事例は益々増加の傾向にあり，これら有害水の有害度の判定は重大な利害関係を伴う重要な問題である。然るに今日なお有害度を測定するに一定の基準がなく，各々異った方法によって測定された有害物質の濃度を致死量，嫌忌量，不好量などと称して表されている[1-7]。然しそれらの値は夫々に有害度の定義を異にするから実際の有害さを比較する尺度としては適当でない。実際に河海池沼に流入してくる有害物質に遭遇した動物は，直接にその被害をうけて斃死するか，生存活動を制限されるか，さもなければ有害水を避けて他の水域に移動してゆくであろう。従って産業的な目的によって有害度を判定するには，水族が多少とも異常な反応を示すであろうと認められる最低限度の有害物質量を知る必要がある。このような微量物質の溶存量を化学的に分析してその有害度を判定することは極めて困難であるし，技術的にも手軽に行えない。このような化学的方法によらないで，主として生物学的方法によってその有害度を測定し，有害度何度というような共通の指数によってその程度を表示し得るならば，甚だ好都合である。

著者は簡単な流水式装置を考案し，これを用いて極めて低濃度における有害物質の有害度を数値的に求め，成分未知の有害水或は有害物質を異にする有害水の有害度を数値的に表示し，更に測定の範囲外にある極度に稀薄な有害物質の最低有害濃度をも推定することができた。装置，方法ともに未だ不完全ではあるが，出来るだけ条件を一定にし，特定の指標動物を用いて測定を行うならば，十分に実用化し得る方法であると認め，その方法について報告する。なお実験に協力された船津富士彦君に感謝する。

実　験　方　法

1. 測定方法に対する前提条件

多数の予備実験の結果から得た次の事実を前提条件とする。

(1) 稀薄な有害物質(嫌忌量以下の濃度)に反応して行動する魚の水平移動はほぼその濃度に比例する。

1955 年 4 月 25 日受理

（2）魚が有害物質に反応して異常な行動を起すまでに要する時間はほぼその濃度に比例する。即ち濃度が高い程短時間内に反応を示し、有害度も大きい。（3）. 有害物質の刺戟に対して魚が反応する度合は，魚がその有害水にふれてから 10 分以内に著しく表れる。（4）. 同一魚種についてはその水路条件が一定である限り、最初の 10 分間に行動する移動度は主として有害水の有害度によって支配される。（5）. 一度有害水を経験した個体はその後しばらくは有害物質に対して鈍感となり鋭敏な行動を示さない。

以上の前提条件の下に測定される個体の平均移動度を、時間と空間との二つの因子を乗じて求め，その値をもって有害度を表す数値と考えた。

2. 指標動物

有害物質に対する抵抗性は動物の種類によって異る。異った物質の有害度を共通の数値をもって表すためには特定の動物を指標動物として指定する必要がある。特に産業上の目的をもつ場合には有用水産動物に対する有害度を代表し得るものであることが望ましい。淡水における指標動物として，コイ，フナ，メダカ，モロコ，ウナギ，ドジョウ，エビなどが考えられるが，特に著しく向流性の強いもの，野性の強いもの，群游性の強いものなどは不適当である。以上の諸条件を考慮し本実験においては一応指標動物としてメダカ *Oryzias latipes* を撰んで用いたが群游性のある点で難点が認められた。採集した野性のメダカを一定期間水槽中に蓄養して馴致し，更に供試前半日以上水道水中に馴れしめた。一回に用いる個体数はなるべく多数がよいが，一応毎回 20 尾を一群とし，個体の大いさはできるだけ平均するように注意した。

3. 有害物質の種類と濃度

有害物質として $CuSO_4$, KCN, NaOH の三化合物を用い，その濃度を既に報告せられている嫌忌量以下の濃度に変化せしめて測定を行い，略その実用性を確認し得た。水中に溶存する有害物質濃度がある程度以上に濃いときは魚は数分以内に運動力が鈍り下流に向って流下する。然しある程度以下に稀薄になると魚の反応は鋭敏となって活潑に移動し，稀薄なときは一般に流れに遡って有害水から逃れようとする傾向が表れてくる。従って水路中に直列した pot から次の pot へ移動する個体の移動度を表すには，流れに対する正負の移動によって異る加重をかけて計算する必要がある。

4. 装置と測定方法

装置の概要を Fig. 1 に示す。並立した量水タンクの一方には無害水（水道水）600 l を，他方には所要濃度の有害水 600 l を満す。量水タンクには各々に量水目盛を附しておく，タンク内の水面上に浮べた浮板

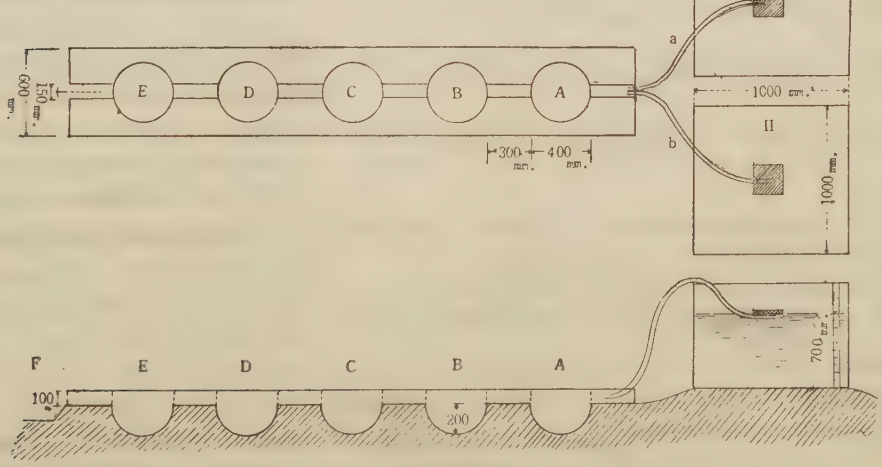


Fig. 1. Apparatus for the estimation of toxicity for aquatic animals.
I, II, ……tank (about 700 liter volume)
a, b, ……siphon (φ 10 mm.)
A, B, C, D, E, ……hemispherical pot, about 10 liter volume

の下面に一端を水平に固定したサイフォン a, b を通じて各槽の水を流下せしめる。流水量はほぼ毎分 10 l 位になるように調節する。水温も両者が大体に一致するように調整した。先づタンクⅠの無害水をサイフォン a を通じて水路に通水し条件を整えたのちに通水を止め，水路中央にあるポット c に指標動物（メダカ）20 尾を放ち数分間安静を保たしめる。次にサイフォン b を開いてタンクⅡの有害水を略一定の速さで流下せしめる。有害水がポット c に流入して魚に接触し始めてから計時を開始し，以後 1 分経過するごとに各ポットに移動している個体数を記録し，10 分間観測する。一回の測定を 15～20 分間で終る。但し同一条件においても可なり著しい偏差はまぬがれないので，同一の実験を少くとも 3 回以上反復し，得られた結果を平均する前に棄却限界法の検定を行う必要がある。

この方法の特長は，(1). 装置が極めて簡単で野外において実施し得ること，(2). 完全な流水式であるから自然に近い状態で測定し得ること，(3). 有害物質の濃度を自由に変え得ること，(4). 溶存する有害物質の濃度を知るために化学分析を行う必要がない，(5). 定量し得ない程微量の有害物質の有害度を測定し或は推定することができる等の長所がある。

5. 測定結果のまとめ方

1 分毎に観測した個体の移動数からその移動度を数値的に求めるために，水平移動度と時間移動度とに分けて考え，この両者を組合せて単位移動度を計算する。

（1） **水平移動度の計算**： 1 分毎に記録された各ポット中の個体数から，各 1 分間にポット間に移動した個体数をかぞえ，その個体数にある一定の加重をかけて**水平移動度**を計算する（例，Table 1）。すでに述べたように有害物質に遭遇した個体が，最初に順流性を表す場合は有害度が高く，向流性を表す場合は一般に有害度が低い。従って流れに対する正負の行動によって異る加重をつけた移動度を算定する必要がある。この加重のつけ方に幾通りかの方式が考えられるが，どの方式が妥当であるかという根拠は今のところ見当らない。実際に Fig. 2 に示した 3 方式に従って計算し，比較検討した結果，(a)の算定方式が比較的に適当と認められたので，以後本実験においては(a)の方式に従って算定することとした。然しこの加重のつけ方によって実験結果の評価が左右されるので，加重の選び方は今後の検討にまたなければならない問題点がある。

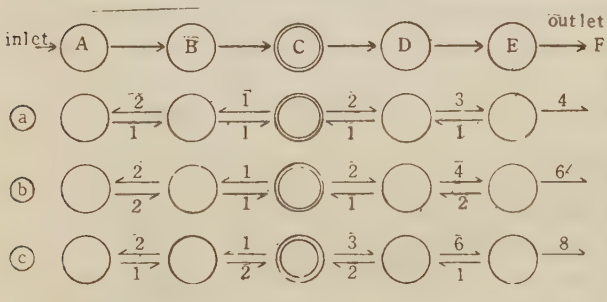


Fig. 2. Weighting number for calculation of horizontal locomotion degree.
A, B, C, D, E, ……pot in the flow
(a), (b), (c), ……showing some methods of calculation, numbers in each are the weight for calculation.

（2） **時間移動度の計算**： 有害水に遭遇した個体が，これに反応して移動を起すまでに要する時間は，溶存する有害物質の濃度にほぼ反比例する。即ち有害度の高い程大部分の個体が短時間内に反応して移動する。故に毎分ごとに移動した個体数に，時間に比例して減少する加重をかけて時間移動度を表した。即ち測定の時間を 10 分間と規定し，その間 $(t-1)$min.→t min. の 1 分間に移動した個体数に $T=(11-t)$ の加重を乗じて**時間移動度**を算定する。

（3）. **単位移動度(有害度)の算定**： 有害水を流入し始めてから$(t-1)$min.→t min の間に各ポット間に移動した個体数に，水平移動度の加重（Fig. 2—a）と，時間移動度の加重（$T=11-t$）とを乗じて毎分の移動度とし，これを各分毎に合計し，更に 0→10 min. に至る 10 分間の総計をすれば，N 個体が 10 分間に動いた**総移動度数**が得られる。この総移動度数を一群の個体数 N（$N=20$）と測定した時間数 t（$t=10$ min.）とで割れば，1 個体が 1 分間に移動した**平均移動度**が得られる。この 1 個体毎分の平均移動度を『**単位移動度**』(Locomotion degree) 或は『**有害度**』(Toxicity) と定義する。(Table 1)。

いま毎回の測定に用いた各群の個体数を $N=20$，毎分 $(t-1)$min.→t min. の間に各ポット間に移動した個体数を n で表し，水平移動度の加重を Fig. 2 -a によると，毎分の群移動度 l は（1）式で表される。

$$l_{(t-1\to t)}=\{n_{(C\to B)}\times 1+n_{(B\to A)}\times 2+n_{(C\to D)}\times 2+n_{(D\to E)}\times 3+n_{(E\to)}\times 4$$
$$+(n_{(B\to C)}+n_{(A\to B)}+n_{(D\to C)}+n_{(E\to D)})\times 1\}\times(11-t) \quad \cdots\cdots(1)$$

故に最初の 10 分間 ($t=0\to 10$ min.) に移動した N 個体の総移動度 L は次式で得られる。

$$L_{(t=0\to 10)}=\sum_{t=1}^{t=10} l_{(t-1\to t)} \quad \cdots\cdots(2)$$

1 個体毎分の平均移動度 L_d は,

$$L_d=L\times 1/N\times 1/t \quad \cdots\cdots(3)$$

で表されるから, $N=20$, $t=10$ とすれば,

$$\text{単位移動度 (Locomotion degree)}=L_d=\sum_{t=1}^{t=10} l_{(t-1\to t)}\times 1/N\times 1/t$$

$$\text{(有害度 Toxicity)} \qquad =L_{(t=0\to 10)}\times 1/20\times 1/10 \quad \cdots\cdots(4)$$

4. 実測例： 上述の方法に従つて実測した実験の一例とその計算方法を Table 1. に例示した。計算における加重の仕方は Fig. 2−a の方式によつた。

Table 1 Example of estimation and calculation of toxicity.

$CuSO_4$……1/400,000, *Oryzias latipes* ("medaka") $N=20$, water temp. 18°C, $t=10$min

	Observation						Calculation.		
t min \ pot	Staying number of fishes in each pot at each minute. Ⓐ	Ⓑ	Ⓒ	Ⓓ	Ⓔ	Ⓕ	Horizontal locomotion (H), Horizontal weight × locnmoted number at each min. Fig 2	Weight of time locomotion ($T=10-t+1$)	Group locomotion ($l=H\times T$)
0			20				——	——	——
1			20				0	×10	0
2			20				0	× 9	0
		④							
3		4	16				1 × 4 = 4	× 8	32
		②							
4		6	14				1 × 2 = 2	× 7	14
		⑤							
5		11	9				1 × 5 = 5	× 6	30
	⑤		①	①	①				
6	5	5	9		1		2×5+1×1+2×1+3×1=16	× 5	80
	①			④	②	①			
7	6	5	5	2	2	1	2×1+4×2+3×2+4×1=20	× 4	80
	②								
8	4	7	5	2	2	1	1 × 2 = 2	× 3	6
	①				①	①			
9	5	6	5	1	2	2	×1+3×1+4×1=9	× 2	18
	④		①	②	②	①			
10	1	9	4	1	3	3	1×5+2×2+3×2+4×1=19	× 1	19
	①								
			⑤	⑧	⑦	④			
15		5	1	2	6	7		× 0	0
							Total locomotion (L)		279

$N=20$, $t=10$, $L=279$,
$\therefore$ Locomotion degree $L_d=279\times 1/20\times 1/10=1.39$ (Toxicity)

Remark : ①, ②, ③, etc. ……individual number of fishes locomoted pot by pot.

このようにして得られる移動度 L の値は，実験の都度可なりの変異は避けられない。従って実験はなるべく同一条件の下に実施し，少くとも同一条件で3回以上反復して得られた L の値について棄却限界法の検定を行ったのち，L の平均値を求め，その濃度における単位移動度（有害度）L_u を算定する。

5. 限界有害濃度の求め方：以上の方法によって算定される単位移動度を，有害物質濃度の対数に対して片対数曲線を画くと，ある濃度以下（嫌忌量以下）では略直線が得られる。(Fig. 3)。この直線部分を外挿し，無害水中における正常状態の移動度を表す対照基線との交点を求め，この点における有害物質濃度をもって，有害作用を表わす最低濃度と考えた。よってこの点における有害物質濃度（または稀釈度）を『**限界有限濃度**』(Threshold toxic concentration) と定義する。例えば Fig. 3 から得られる限界有害濃度は，指標動物メダカに対して，$CuSO_4$ で 1/1,600,000, KCN で 1/15,000,000, NaOH で 1/1,050,000 であった。

実 験 結 果 と 考 察

測定した実験例から単位移動度（有害度）を算定し，この値からグラフ上に限界有害濃度を求めると Fig 3. のようになる。

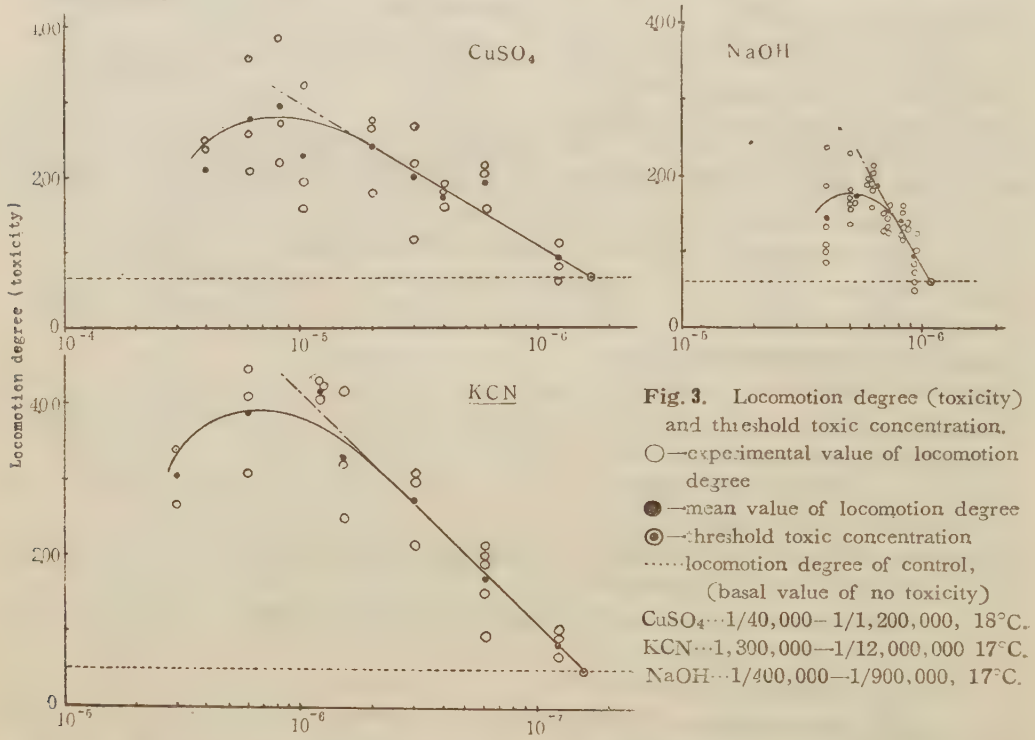


Fig. 3. Locomotion degree (toxicity) and threshold toxic concentration.
○—experimental value of locomotion degree
●—mean value of locomotion degree
◉—threshold toxic concentration
·····locomotion degree of control, (basal value of no toxicity)
$CuSO_4$···1/40,000–1/1,200,000, 18°C.
KCN···1,300,000—1/12,000,000 17°C.
NaOH···1/400,000—1/900,000, 17°C.

有害物質の濃度がある程度以上に濃い場合には，動物はその害をうけて短時間以内に活動力を低下し，簡単に沈下して終うために却って低い移動度数を与える。然るにある濃度以下に薄くなると，有害物質の刺戟に対して鋭敏に反応し高い移動度を示す。この移動度が最高値を示すときの濃度は，メダカに対して，$CuSO_4$ で 1/100,000 (10 ppm), KCN で 1/1,00,000 (1.0 ppm), NaOH で 1/650,000 (1.5 ppm)を示し，この値は大谷[2]，新田[4] らの測定した所謂嫌忌量よりも低い値である。更にそれ以下に濃度が薄くなると，ほぼ濃度に比例して移動度を低下し，Fig. 3 に示す直線部分が得られる。この直線を下方に外挿して得られる限界有害濃度は明かに指標動物に対する有害さの限度を表す最低濃度と見做される。而もこの限界有害濃度附近における単位移動度は常に 1.0 以下の低い値を示すから，逆に単位移動度が 1.0 以下であればその水の有害度は極めて低いと判定してよい。

Table 2. Toxicity of salts for *Oryzias latipes*, "medaka".

Salt	Toxicity: Threshold toxic concentration	Concentration of salt at max. locomotion	Water temp. °C.
$CuSO_4$	1/ 1,600,000 (0.62 p.p.m.)	1/ 100,000 (10 p.p.m.)	18.
KCN	1/15,000,000 (0.06 p.p.m.)	1/1,000,000 (1.0 p.p.m.)	17.
NaOH	1/ 1,050,000 (0.95 p.p.m.)	1/ 650,000 (1.5 p.p.m.)	17.

この方法を実際に応用するには，(1). 種々の有害物質の異る濃度における単位有害度を比較して有害作用の強弱を知り，(2). 有害度未知の廃水についてその単位有害度が1.0以上であればその有害度に高いものと判定し，(3). 既知の有害物質について その限界有害濃度を求めてその有害な最低濃度を知り，(4). 成分未知の有害水について限界有害濃度を求めこれを無害ならしめるための最低稀釈度を知ることができる。その他実際上の応用範囲は可なりに広いものと考え，今後更に検討を加えてゆく。

要　　約

1. 簡単な流水式装置を考案し，水産動物に対する有害物質の有害度を測定する方法について検討した。

2. この装置を用い，特定の指標動物に対して一定の条件の下に測定した個体の移動度から，ある物質または廃水の有害度を数値的に表す方法について検討し，単位移動度（有害度）を決定した。

3. この単位移動度の大小によって成分を異にする有害水の有害度の強弱を比較し得ることを示した。

4. 同一条件で測定された種々の濃度における単位移動度からグラフ上に最低の有害濃度を求め，これを限界有害濃度と定義した。

5. メダカ *Oryzias latipes* を指標動物とし，$CuSO_4$，KCN，NaOH の限界有害濃度を求め夫々に，1/1,600,000，1/15,000,000，1/1,050,000 の値を得た。

文　　献

1) 高安，外岡；北海道水試報
2) 大谷，薄井，木俣，石川；日水誌，**7**，281 (1939).
3) 富山，井上；日水誌，**15**，487 (1950).
4) 新田，藤谷；内海区水研報，**3**，12 (1953).
5) 〃，〃；〃，**3**，15 (1953).
6) 〃，〃；〃，**6**，62 (1954).
7) 水沼，村長，若林；滋賀県水試業績，(1954).

各種水産物中の動物性蛋白因子（APF）及びビタミン B_{12} について—Ⅵ. 大腸菌乾燥菌体によるビタミン B_{12} の分解*

森 高次郎・前田安彦
（東大農学部）

Animal Protein Factor (APF) and Vitamin B_{12} in Marine Products—Ⅵ. Degradation of Vitamin B_{12} by the Vacuum-Dried Cells of *Escherichia coli*

Takajiro MORI and Yasuhiko MAEDA

As previously reported, the authors have confirmed that vitamin B_{12} is decomposed by several species of bacteria, such as *Escherichia coli*, *Achromobactor*, *Pseudomonas* and others. To ascertain the presence of the vitamin B_{12} destroying enzymes, several experiments were carried out, using *Escherichia coli*. In these experiments vitamin B_{12} was determined by the *Euglena* method, after digesting bacterial cells with trypsin.

The extracellular enzyme was not detected, as the culture medium revealed no decomposing activity on the vitamin. The intact cell suspension, however, degraded the vitamin under the presence of bacteriostatic agents such as toluene, chloroform and thymol as shown in Table 1. The cells killed and dried by Lyophil method were capable for the vitamin degradation, whereas the activity was lost entirely in the acetone-dried cells (Table 2).

前報[1] に於て水産物より分離せられる主なる細菌たる *Pseudomonas* 及び *Achromobactor* 属中にビタミン B_{12} を分解するものの多い事を明かにし，一方各種一般細菌の B_{12} 分解能を調べ *Escherichia* 属及び *B. subtilis* に分解力の強いものがある事を報告した。従来微生物の分解については何等報告なく著者等の研究が最初である。著者等は更に進んで最大の B_{12} 分解力を示す *Escherichia coli* Ⅰ を使用し，B_{12} 分解酵素の存在を証明しようと試みて 2, 3 の知見を得たので報告する。

実験の部に記す如く生菌体並びに低温真空乾燥菌体には B_{12} 分解作用が認められたが細胞外酵素は検出されなかつた。従つて細胞内酵素の存在が推定される。この酵素の抽出，性質等については追つて報告したい。

実　　験

菌株は千葉大学腐敗研究所から分譲を受けた *E. coli* Ⅰを使用した。本菌は B_{12} 5000 mγ を添加せる 5 cc の肉汁培養に於て 37°C 5 日間で B_{12} を 2300 mγ（分解率 45%）にまで減少せしめた。尚 B_{12} の定量は前回同様全て *Euglena* 法によつた。

1. 細胞外酵素作用

細胞外酵素の有無をみる為 2 日，4 日，10 日間普通肉汁中に菌を培養後，菌体を遠心分離した培養液 9 cc をとり B_{12} 液 50 mγ/cc を 1 cc 添加しトルオールで覆い 37°C に 5 日間放置後，B_{12} の変化を調べた。この条件下では B_{12} に変化なく細胞外 B_{12} 分解酵素の存在を認めなかつた。

2. 生菌体の B_{12} に対する作用

E. coli Ⅰ の細胞内酵素の存否をみる為に 37°C，2 日通普肉汁に静置培養後，菌体を遠心分離により集め，これを 1 回洗滌後，1/15 M 燐酸塩緩衝液（pH 7.0）に懸濁しその菌懸濁液の B_{12} に対する作用をみた。

1955 年 5 月 6 日受理

* 本報告は昭和 29 年 7 月の日本水産学会に於て講演発表した。

即ち菌懸濁液 9 cc（乾燥菌量 70 mg/cc）に B_{12} 液 5000 mγ/cc を 1 cc 添加し更に制菌剤として、トルオール，クロロフォルム，或いはチモールを加え，密栓して 37°C に放置した。別に懸濁液に B_{12} 液を添加後直ちに 90°C，20 分加熱し、トルオールで覆ったものを対照とした。5 日後反応液を遠心分離にかけ菌体と上澄に分け，菌体は数回水で洗滌し洗液は先の上澄と合せた。このようにしておいた菌体は更に酵素処理を行い，上澄，洗滌液と共にそれぞれ B_{12} を測定した。実験は数回行い何れも同様の結果を得た。その一例を Table 1 に示す。

Table 1. Decomposition of vitamin B_{12} by the intact cells of *E. coli* I.

	Survival vitamin B_{12} mγ after incubation for 120 hrs. at 37°C.			Decomposition rate
	Cells	Supernatant	Total	
Covered with toluene	500	3400	3900	31.5 %
〃 chloroform	450	3500	3950	31.0 %
〃 thymol	500	3200	3700	35.0 %
Control A*	400	5300	5700	

* The reaction mixture was initially heated for 20 min. at 30°C. and then incubated.

3. 乾燥菌体の B_{12} に対する作用

E. coli I の凍結真空乾燥菌体及びアセトン乾燥菌体を作り B_{12} に対する作用をみた。凍結真空乾燥粉末は *Lyophil* 法[2] によつて作成した。この粉末 500 mg を 1/15 M 燐酸塩緩衝液（pH 7.0）9 cc に懸濁し B_{12} 液 500 mγ/cc を添加し，更にトルオールにて覆つて B_{12} に対する作用をみた。実験方法は上述生菌懸濁液の場合と同様に行つた。なお本粉末は，培養試験及び Proca 氏染色により生活力を全く失つている事を確認した。実験結果の一例を Table 2 に示す。

Table 2. Decomposition of vitamin B_{12} by the vacuum-dried preparation of *E. coli* I.

	Survival vitamin B_{12} mγ after incubation for 120 hrs. at 37°C.			Decomposition rate
	Cells	Supernatant	Total	
Covered with toluene	350	3000	3350	36.8 %
〃 〃	500	3200	3700	30.2 %
Control A*	450	4900	5350	
〃 B**	250	5000	5250	

* see Table 1.
** Cell suspension and vitamin B_{12} solution were incubated separately, united at the definite period and heated immediately.

アセトン乾燥粉末は Büchner[3] の zymin の製法に準じて唯温度を約 −10°C に保つて作り，乾燥量 500 mg を使用し上記真空乾燥の場合と同様に B_{12} に対する作用を調べたが，全く B_{12} 分解力を示さなかつた。

結果並びに考察

以上の結果から *Escherichia coli* I は休止状態，即ち栄養分を与えず，且つトルオール等の制菌剤の存在下に B_{12} を分解し，又真空乾燥（*Lyophil* 法）によつて全く生活力を失つた状態に於てもビタミン B_{12} を分解する事が判つた。これは *E. coli* I にビタミン B_{12} 分解酵素が存在する事を示すものと考えられる。

著者等が水産学会に於て講演せる後 J. Jännes が音波及びアセトンで殺した *E. coli* 細胞が B_{12} を吸収することを報告した。然し我々の実験に於ては細胞内に吸収される B_{12} があつたとしても酵素消化により当然溶出される筈で従つて Jännes の報告により著者等の実験結果並に結論に何等変更の必要を認めない。

文　献

1) 森・橋本・前田：日水産，**20**，604 (1954).
2) E. W. Flosdorf：“Freeze-Drying”, Reinhold Publishing Corporation, New York (1949).
3) E. Büchner：*Ber.*, **35**, 2376 (1902).
4) J. Jännes：*Acta Physiol. Scand.*, **31**, 183 (1954)；C. A.：**48**, 12892 (Nov. 1954).

水産動物組織の酵素分解に関する研究 I.
筋肉よりアンモニアの生成 (i)

柏 田 研 一
(鹿児島大学水産学部)

Studies on the Enzymatic Degradation of Aquatic Animal Tissues—I.
Ammonia Formation in Muscle (i)

Ken-ichi KASHIWADA

In the studies reported in this papar, the author dealt with the enzymatic degradation of the aquatic animal muscles with the results summarized as follows.

In the aquatic animal muscles, the formation of ammonia in a considerable amount was perceived when pyloric coeca extracts or proteolytic enzyme were used, while it could hardly be observed when beef and whale meat were used as substrate.

Ammonia was found to be present in the water-extracted residue of muscle immersed in pyloric coeca extract, while it was not found in the extract itself.

Therefore it may be concluded that the ammonia is a decomposition product of muscle protein derived by the enzyme in pyloric coeca.

緒 言

動物体組織から多量の揮発性塩基を生成するのは主として腐敗の場合に限られ，細菌の関与しない揮発性塩基の生成は稀れで，例え生成しても一般にその量は僅少にすぎない。筆者はカツオ幽門垂中に存在する多量のアンモニアの生成機構について研究していたところ，幽門垂酵素又はプロテアーゼを水産動物肉に作用させるとかなり多量のアンモニアを生成するが，牛肉，鯨肉，カゼイン，ゼラチン等を基質とした場合にはアンモニアは殆んど生じない。この点水産動物肉は哺乳動物肉その他と著しい違いがあるという興味ある事実を発見したので，この問題について行つた実験成績を逐次報告して行きたい。以上のような事情であるからこの研究も筆者等継続実施中のカツオ幽門垂の生化学的研究の一部であるが，上記水産動物肉の特異性という点を取上げ，この問題を中心に研究したものであるから表題を変えて発表することゝした次第である。

実 験 の 部

試料 肉挽器にかけた生鮮筋肉 50 g に水 190 cc とトルオール 4 cc (この中にチモール 0.2 g溶存) を加えた後，ホモヂナイザーによつて良く混和したものを試料 (基質) として用いた。

酵素剤 (1) カツオ幽門垂に 4 倍量の水を加えてホモヂナイザーにかけ，濾紙で濾過した透明溶液を幽門垂酵素液とした。(2) 市販パンクレアチン (大阪，黒石製薬製)。(3) トリプシン (メルク製)。

実験方法 前記試料に幽門垂酵素液 10 cc を加えて 30°C の恒温器内に放置し，24 時間おきに揮発性塩基を減圧蒸溜法によつて定量した。別に対照として試料に水 10 cc を加えたものにつき実験して肉の自家消化による揮発性塩基生成量を測定し，又水 190 cc に酵素液 10 cc とトルオール (含チモール) 4 cc を加えたものについても実験し，これによつて酵素液自体から生ずる揮発性塩基を知り，この値を試験区の値から差引いて筋肉から酵素作用によつて生成した揮発性塩基量を求めた。なお WEBER 及び WILSON 氏法[1] によつて試験した結果，この揮発性塩基は総てアンモニアであることが解つた。

酵素剤としてパンクレアチンを用うる場合はその 0.5 g を，又トリプシンは 0.3 g を用い，これらの場

1955 年 5 月 19 日受理

合は反応液の全量を幽門垂酵素の場合に等しくするため別に水 10 cc を加えた。

実験 1　試料動物肉の種類によるアンモニア生成量の比較

魚類としてボラ，サバ，ブリ，ムロアジ，メイタガレイ，タチ，ホウボウの8種，甲殻類としてエビ（ヒゲナガモドキ），軟体動物としてアフリイカの各水産動物，哺乳類としてウシ及びクジラにつき何れもその筋肉のみを用い前記の方法によつて実験した結果，アンモニア態窒素の変化は Fig. 1 の通りであつた。

図に見られるように試料として用いた筋肉のうちエビを除き，自家消化即ち外部から酵素剤を添加しない対照区のアンモニア増加は極めて微量で，試料の違いによる差異も少いが，肉に幽門垂酵素を添加するとウシ，クジラを除き顕著なアンモニアの生成を見る。その生成量は動物の種類によつてかなりの差があり，ボラ，サバ，ブリ，タチは多く，カレイ，ムロアジ，ホウボウ，イカは少く，ボラ，サバに於ては生成量が特に多い。実験例が少いので確かな所は解らないが，本実験の範囲では赤身の肉と白身の肉との間に確然たる差異はなく，白い肉でもタチはアンモニア生成量が多い。肉の腐敗性との関係も特に明らかではないようである。例えばサバは腐敗し易くブリは腐敗し難いと言われているので両者を比較すると，アンモニア生成量は前者が後者に多くなつているが，果してこのことゝ肉の腐敗性とを関係づけて考えてよいかどうかは今後の研究に俟ちたい。次に魚類の運動性とアンモニア生成量の間にはやゝ関係があつて，一般に運動の活潑な魚の筋肉は然らざるものに較べてアンモニア生成量が多いようであるが，これも断言するまでにはなお充分吟味研究を要する。エビは自家消化によつて多量の揮発性塩基生成し，これに幽門垂酵素を加えるとその生成量はいくらか増加するが対照との差は僅少にすぎない。この二つの点でエビ肉は上述の動物肉とかなり性質の異つていることがわかる。次にウシとクジラは一般水産動物肉と著しく異なり，幽門垂酵素を加えても殆んどアンモニアの生成が見られない。これは甚だ興味深い現象で，その理由は今後の研究によつて明らかにしたいが，ここではただ魚肉と哺乳動物肉とが成分又は性状に本質的差異のあることを指摘しておくに止める。

この実験に用いた幽門垂酵素はその冷水浸出液であるから種々の酵素が存在すると思われるが，従来の研究によつてプロテアーゼの作用が最も優勢と信ぜられる。そこで別に酵素剤としてパンクレアチンとトリプシンを作用せしめた場合を試験した訳であるが，その結果は前図に見られるように，これらのプロテアーゼによつても同様に筋肉からアンモニアを生成する。酵素量が等しくないので比較はできないが，これらの酵素剤によるアンモニア生成量は動物の種類によつて異なり，魚肉に於ては幽門垂酵素を作用せしめた方がパンクレアチン，トリプシンの場合よりもアンモニア生成量が多いが，ウシとクジラではこの逆で，ここにも亦魚肉と哺乳動物肉との違いがある。

実験 2　プロテアーゼによつて生ずるアンモニアの前駆物質の検索

実験1では生鮮筋肉を基質とし，これに幽門垂酵素又はプロテアーゼを作用せしめたところアンモニアが生じたので，その前駆物質は恐らく筋肉蛋白であろうと考えられるが，このことを確かめるため筋肉を次のように処理又は分別し，これを基質として前と同様の方法によつて実験した。

試料 1　充分磨砕したカジキ鮮肉を硫酸紙の袋に入れ，トルオールを加えて防腐しつゝ室温に於て水道水で数日間透析し，その中にニンヒドリン呈色の認められなくなつた後遠心分離によつて固形部をとり，更に蒸溜水で数回洗滌を繰返したものを水に懸濁して基質とした。

試料 2　磨砕したカジキ鮮肉にその数倍量の 0.6％食塩水を加え更に充分磨砕浸出した後濾過し，濾液に結晶硫酸アンモニアを加えて飽和せしめ，析出した肉蛋白を濾別し，水を以て硫酸紙の袋に洗い移した後トルオールを加えて防腐しつゝ水道水で透析し，水にアンモニアの反応の認められなくなるのを待つて析出した肉蛋白を遠心分離によつて集め，蒸溜水で数回洗滌したものを水に懸濁して基質とした。

試料 3　磨砕したサバ鮮肉に適量の水を加えホモジナイザーにかけ，50°C に 10 分間加熱した後遠心分離して上澄液を傾瀉し，残渣に水を加え攪拌した後再び遠心分離する。この操作を数回反覆した後水不溶の固形部をとり水に懸濁して基質とした。

試料 4　試料3調製の際傾瀉して得た上澄液を集めて濾過した透明溶液を基質とした。

以上四種の試料に前と同様幽門垂酵素を作用せしめてアンモニアの生成を見た結果は次の通りであつた。

透析によつて魚肉からアミノ酸その他の低分子化合物を除いたものに幽門垂酵素を作用せしめると明かに

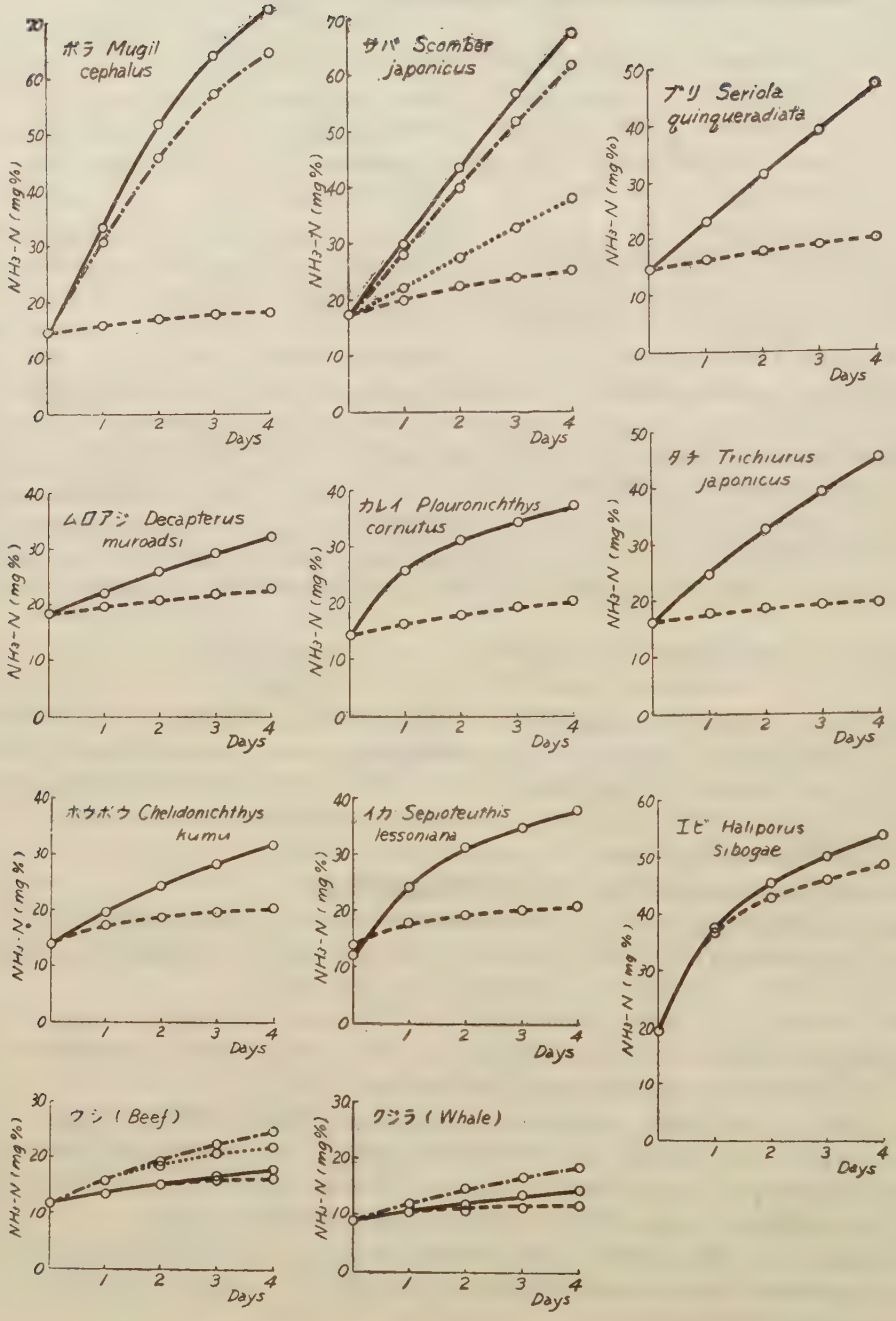


Fig. 1. Ammonia formation in muscle by pyloric coeca extract (—○—), pancreatin (-•-○-•-) and trypsin (···○···). control (without adding enzyme) (--○--).

Table 1. Formation of ammonia from fish muscle by pyloric coeca extract. (NH_3-N, mg%)

Days of storage	Dialysed muscle	Muscle protein by salting out	Fish muscle	
			Water-extracted residue	Extract
0	6.5	6.2	0.0	14.4
1	16.5	8.5	5.2	14.1
2	22.5	9.7	10.5	14.3
3	26.5	10.4	15.8	14.7
4	27.5	11.3	21.6	15.3

アンモニアを生ずる，次に筋肉蛋白分離の方法を応用し塩析によつて分別した魚肉蛋白を基質とした場合も同様にアンモニアの生成が認められる。又筋肉を此基質部とエキス部に分別すると，前者からは明瞭なアンモニア生成を見るに反し後者を基質とした場合にはアンモニアは生成しない。これらの結果から見るとアンモニアの前駆物質は筋肉蛋白で，エキス成分中には前駆物質は存在しないものと推察される。

摘　　要

1. 揮発性塩基は主として腐敗生産物で自家消化の際の生成物としてはあまり注目されなかつたが，水産動物肉に幽門垂酵素又はプロテアーゼを作用せしめると，かなり多量のアンモニアを生ずることを発見した。

2. 併し牛肉や鯨肉ではこのような現象は認められず，この性質に於て水産動物肉は特異的である。

3. アンモニアの生成量は動物の種類によつて異なり，ボラ，サバ，ブリ，タチの肉はムロアジ，ホウボウ，カレイ，イカの肉よりも多量のアンモニアを生成した。

4. エビ肉は自家消化によつて多量の揮性塩基を生じ，幽門垂酵素による生成量は比較的少ない。

5. 上記のアンモニアは筋肉の固形部，透析した魚肉，塩析分離した魚肉蛋白から生成され，肉エキス部からは生成しないので前駆物質は筋肉蛋白と推察される。

この研究に要した経費は主として昭和 29 年度文部省科学研究費から支辨した。

文　　献

1) F. C. Weber and J. B. Wilson : *J. Biol. Chem.*, **35**, 385—410 (1918).

水産動物組織の酵素分解に関する研究— Ⅱ. 筋肉よりアンモニアの生成 (ii)

柏 田 研 一
(鹿児島大学水産学部)

Studies on the Enzymatic Degradation of Aquatic Animal Tissue—Ⅱ. Ammonia Formation in Muscle (ii)

Ken-ichi KASHIWADA

The following results were obtained by extending successively the preceding studies recorded in the former papers[1].

If the pyloric coeca extract was added to peptone and protein hydrolysate, no formation of ammonia was found.

When the heated muscle (above 70° ; for 10 minutes) and the muscle treated with alcohol or acid were used as substrate, no ammonia formation was perceptible, too.

From this series of experiments, it may by conceived that the ammonia formation in muscle by enzyme has a close relation with the denaturation of protein.

緒 言

前報[1]に於て幽門垂酵素又はプロテアーゼを水産動物肉に作用せしめる場合生成するアンモニアは筋肉蛋白に対するプロテアーゼの直接分解生産物であると推定したが，このことに関し更に吟味したところ，蛋白質の酸分解によるアミノ酸混合物或はペプトンもこのアンモニアの前駆物質でないことを確認して上記の推定を一層確実なものとした。即ちプロテアーゼによつて容易にアンモニアを遊離することは水産動物蛋白のもつ一つの特質であることが確かめたが，この肉蛋白も加熱その他変性を起すような処理を施すと，プロテアーゼによつてアンモニアを遊離するという性質を失うことを明らかにした。

実 験 の 部

試料及び幽門垂酵素の調製，実験方法など総て第1報で述べたと同様にして以下の各実験を行つた。

実験 1 筋肉以外の蛋白質を基質とした場合のアンモニア生成

第1報の実験2の結果に基づきアンモニアはプロテアーゼによる魚肉蛋白の分解産物との推定を下したが，肉蛋白以外の蛋白質でも同様の現象が見られるか否かについて実験した。即ち基質としてカゼイン（3%溶液，pH 6.4），ゼラチン（1%溶液，pH 6.4）卵白（生卵白 20 g に水を加えて 100 cc としたもの）の三種を用い，魚肉の場合と同様の方法で幽門垂酵素を作用せしめた場合に於けるアンモニア生成量を測定した結果は次表の通りであつた。

Table 1. Formation of ammonia from several proteins by pyloric coeca extract (NH_3-N mg.%).

Days of storage (30°C)	Casein	Gelatin	Egg albumin
0	0.6	1.0	1.3
1	1.0	0.9	1.0
2	0.9	1.0	1.6
3	0.7	1.1	1.6
4	1.0	1.2	1.6

表で明らかなように，これらの蛋白質に幽門垂酵素を作用せしめてもアンモニアは生産されない。

実験 2 蛋白質の加水分解物を基質とした場合のアンモニア生成

1955 年 5 月 19 日 受理

幽門垂に強力なプロテアーゼの存在することは明らかな事実であり，又パンクレアチン，トリプシンなどが作用する場合も蛋白質から最後にはアミノ酸を生ずるが，その途中に於てプロテォーズやペプトンのような高級窒素化合物が中間体として生成される。そこでこれらの中間体がアンモニアの前駆体とはならないか？魚肉のエキス成分が前駆体でないことは第1報の実験で一応証明せられているが，なお念のため蛋白質の酸分解によるアミノ酸混合物を基質とした場合についても実験した。本実験には次の四種の基質を用いた。

試料 1 キハダ生肉 10 g に 20 % 塩酸 100 cc を加え 20 時間煮沸した後減圧濃縮を反覆して塩酸をできるだけ除去し，苛性ソーダで pH を 6.4 とした後フミン質を濾別したもの。

試料 2 カゼイン 5 g を用い上と同様に処理調製したもの。

試料 3 同じくゼラチン 5 g を用いて処理調製したもの。

試料 4 市販ペプトンの 2 %水溶液（pH 6.4）

以上四試料を基質とし前と同一方法で幽門垂酵素を作用せしめてアンモニアを定量し次表の結果を得た。

Table 2. Formation of ammonia from protein hydrolysate by pyloric coeca extract (NH_3-N. mg.%).

Days of storage	Fish muscle hydrolysate	Casein hydrolysate	Gelatin hydrolysate	Peptone
0	10.4	24.6	29.1	12.4
1	11.0	24.0	28.8	13.1
2	10.2	23.9	30.0	13.0
3	10.9	24.7	30.1	13.1
4	11.0	24.5	30.8	13.1

上表の如く，蛋白質の酸加水分解物又はペプトンなどを基質とした場合は幽門垂酵素によるアンモニアの生成は見られない。即ちこの種の蛋白分解物はアンモニアの前駆物質でないことがわかる。

実験 3 加熱その他の処理を施した魚肉を基質とした場合のアンモニア生成

これまで基質として用いた筋肉は何れも生鮮状態のものであったが，水産動物の肉蛋白がプロテアーゼによるアンモニアの前駆体であるとした場合，加熱その他蛋白の変性を起す処理を加えた肉に於ても生鮮肉と同じようにアンモニアの生成があるかどうかについて実験した。そのために次の四種類の試料を調製した。

試料 1 生鮮カジキ普通肉を用い，第1報所載の方法によって筋肉の懸濁物を調製した。

試料 2 試料1を 100°C に 10 分間蒸煮した。

試料 3 試料1に数倍量のエタノールを加え凝固沈殿した肉蛋白を遠心分離し，水で数回洗滌した。

試料 4 試料1に酢酸を加えて弱酸性とし，凝固沈殿した肉蛋白を遠心分離し，水で数回洗滌した。

以上四種の試料は塩酸又は苛性ソーダで pH 6.4 とし，前法と同様幽門垂酵素を添加してアンモニアを定量した。なお対照として酵素液を加えない生鮮カジキ肉の自家消化によるアンモニア生成量も測定した。

Table 3. Formation of ammonia from denaturated muscle protein (Spear-fish) by pyloric coeca extract (NH_3-N. mg.%).

Days of storage	Fresh fish muscle	Boiled fish muscle	Fish muscle treated with ethanol	Fish muscle treated with acetic acid	Control (without pyloric coeca ext.)
0	17.7	21.0	1.3	0.9	15.1
1	32.8	21.0	1.7	1.2	15.2
2	40.6	22.5	1.7	1.4	15.1
3	43.6	22.5	1.9	1.2	15.2
4	45.8	23.0	1.8	1.1	15.1

この実験では対照即ち生肉の自家消化に於てはアンモニアの生成は全く見られないが，これに幽門垂酵素を加えたものでは前実験同様明らかなアンモニアの生成が認められる。然るに同じ魚肉を 100°C に 10 分間加熱するとこれに幽門垂酵素を作用せしめても最早事実上アンモニアの生成は見られなくなる。これはアンモニアの生成機構を考究する際に特に留意しなければならない重要事項と考えられる。次に鮮肉懸濁液に

エタノールを加えるか若しくは酢酸々性として凝固沈澱せしめた肉蛋白からもアンモニアは全く生成されない。即ちアンモニア生成の前駆体としての性質が失われるという点で，加熱，エタノール添加，酸添加の三処理は共通性を有するわけである。これらの方法によつて処理した魚肉は何れも肉蛋白が変性を起しているという点で共通し，且つ生鮮肉と異なつている。即ち変性によつて蛋白の構造に変化を来たし，このことが原因となつて蛋白分子からのアンモニア遊離が行われなくなるのではないかと考えられる。

なお生鮮魚肉は蒸煮によつてもアンモニアを生成するので，蒸煮魚肉からアンモニアの生成が行われなくなるのは蒸煮によつてこの前駆物質が残らず分解してアンモニアに変化し，そのためこれに酵素を添加してもアンモニアが生成されないのではないかとも考えられるが，蒸煮によるアンモニアの生成量は酵素作用によつて生ずる量に比較し遙かに微量であるから，上の考え方は妥当でない。

実験 4　加熱温度を異にした魚肉を基質とした場合のアンモニア生成

魚肉を 100°C に 10 分間加熱することによつて筋肉中に存在するアンモニアの前駆物質に何等かの変化が起り，そのため加熱肉に幽門垂酵素を作用せしめても最早やアンモニアが生成されなくなることは前記の通りで，筆者はここにいう変化を一応蛋白の変性と推定したが，次で前駆物質のこの変化はどの程度の加熱によつて起るかを知るためにこの実験を行つた。

即ち第 1 報の試料調製方法に準じてカジキ魚肉の懸濁物を作り，これを 40°, 50°, 70°C に夫々 10 分間加熱したものを基質とし，前実験と同様幽門垂酵素を作用せしめた場合のアンモニア生成量を対照（無加熱肉）と比較した結果は第 4 表の通りであつた。

Table 4. Formation of ammonia from heated fish muscle by pyloric coeca extract (NH^3-N. mg, %).

Days of storage	Heated for 10 min. at 40°C.	50°C.	70°C.	Control (Fresh fish muscle)
0	19.9	20.0	20.2	19.8
1	57.2	56.6	23.4	55.1
2	64.1	64.1	21.8	61.3
3	64.0	64.0	24.5	64.0
4	71.2	72.3	25.7	66.1

この実験によると 40° 及び 50° に 10 分間加熱した肉を基質とした場合は加熱の影響が全く現われず，幽門垂酵素によつて生成するアンモニアの量は無加熱肉と異ならないが，70° に 10 分間加熱したものでは明らかに加熱の影響が現われてアンモニア生成量は激減し，その程度は実験 3 に於ける 100° 加熱肉と殆んど等しい。即ちアンモニア生成前駆体としての生鮮魚肉の変質は既に 70°. 10 分間の加熱によつて起こることがわかる。而してこの変質が蛋白の変性であるとするならば 50° 加熱肉に於ては可溶性ミョゲンフィブリンとミョシンは凝固変性しているがミョゲンは未変性の儘であり，70° 加熱によつて始めてミョゲンが凝固変性するから，熱凝固性についての魚肉蛋白のこの性質と本実験の結果から推察すると，アンモニアの前駆物質の一つとしてミョゲンを挙げることができる。なお可溶性ミョゲンフィブリン又はミョシンでも変性しないものであれば同様にアンモニアの前駆体となり得るかも知れないが，これは今後の実験で確かめたい。

摘　　要

魚肉に幽門垂酵素を作用せしめる場合アンモニアが生成する化学変化について研究した。

1. カゼイン，ゼラチン，卵白に幽門垂酵素を作用せしめた場合にはアンモニアの生成は見られない。
2. 蛋白質の酸水解物又はペプトンに幽門垂酵素を作用せしめてもアンモニアは生成されない。
3. 蒸煮した魚肉，エタノール又は酸を加えて凝固せしめた魚肉蛋白を基質とした場合もアンモニアの生成は見られない。これは恐らくこのような処理によつて肉蛋白が変性するためではないかと思われる。
4. 上の場合 50°C, 10 分間の加熱では影響はないが，ミョゲンも凝固する 70° に加熱した魚肉ではアンモニアの生成が見られなくなるので，アンモニアの前駆体の一つは未変性のミョゲンと推察される。

この研究に要した経費の一部は昭和 29 年度文部省科学研究費から支辨した。

文　　献

1) 柏田研一：日水会誌，**21**，496 (1955).

かまぼこの足について—IX. 鹽類の影響（その 2）-食塩濃度と足

志水 寛・清水 亘
（京都大学農学部水産学科）

Studies on Jelly Strength of *Kamaboko*—IX. On Influence of Salts (2)—Sodium Chloride

Yutaka SHIMIZU and Wataru SIMIDU

The relation between the content of sodium chloride in *Kamaboko* and its jelly strength has been studied. The results are as follows :

(1) The three peaks were found to appear in the curve of the jelly strength varying with the increase of the concentration of the salt.

(2) At least the two peaks of them were considered to be caused by the existence of two kinds of protein in the fish muscle.

(3) The increasing of the salt concentration seems to raise the jelly strength of *Kamaboko*, so far as it is good at eat.

かまぼこ製造において食塩のもつ役割は調味ばかりでなく，魚肉蛋白を溶解してゾルを形成し，足の基礎を築くということである。従つて食塩は最も重要な材料で，食塩がなければかまぼこは作れないのである。市販かまぼこの分析結果[1]によれば，かまぼこの食塩含量は 1.6～3.6 % の範囲で，平均 2.5 % とみられ，またこの附近のものが一般に多い。この量は足の形成を目標にしたものではなく，調味に重点をおいて定められたものであるから，原料魚肉の呈味成分濃度や砂糖使用量等によつて多少の差はあるが大体一定しているのは当然であろう。これをかまぼこの水分に対する濃度に換算すれば，かまぼこの水分を 76 % と仮定すれば約 0.55 モルに当る。

この濃度においてかまぼこの足の形成は完成されるであろうか。この問題については既に食塩を含めて 3 種のアルカリ金属塩を用いて塩類の濃度と足の強さとの関係を前報[2]で調べたが，食塩の使用量は実操業上極めて重要な影響を与えるから，更に食塩のみについて追試を行つた。

実験方法及び結果

トラフグ（1回）及びカクトビウオ（3回）を用い，摺身に規定量の食塩を添加して成形し，室温に 30 分間放置した後 100°C で 20 分間蒸煮して冷却し，ゲロメーター[3]を用いて破断応力及び破断伸張を測定し，その結果から足の強さを計算した[3]。その結果は Figs. 1～3 の通りである。

何れの場合にも曲線に 3 つの山が現われることは前報と同様である。ただ高濃度における山の位置が多少ずれている。この山の出現は蛋白の塩類に対する挙動——例えば塩類による変性，塩析等に帰因するかも知れない。少くとも高濃度における山は蛋白が変性又は塩析された結果，見掛上の足の強さを増したとも考えられる。山の形が常に不整であることからその公算が大きいとも言える。しかし低濃度における 2 つの山はこれだけからでは説明されにくい。これらの山は大抵常に同じ位置に現われ，またこの程度の濃度では塩析や変性の惧れも少いとみられるからである。

私等は前報で山の出現は 2 種又は 3 種の蛋白の存在に因るものと推定した。即ち食塩の濃度によつて 2 種

1955 年 5 月 6 日受理

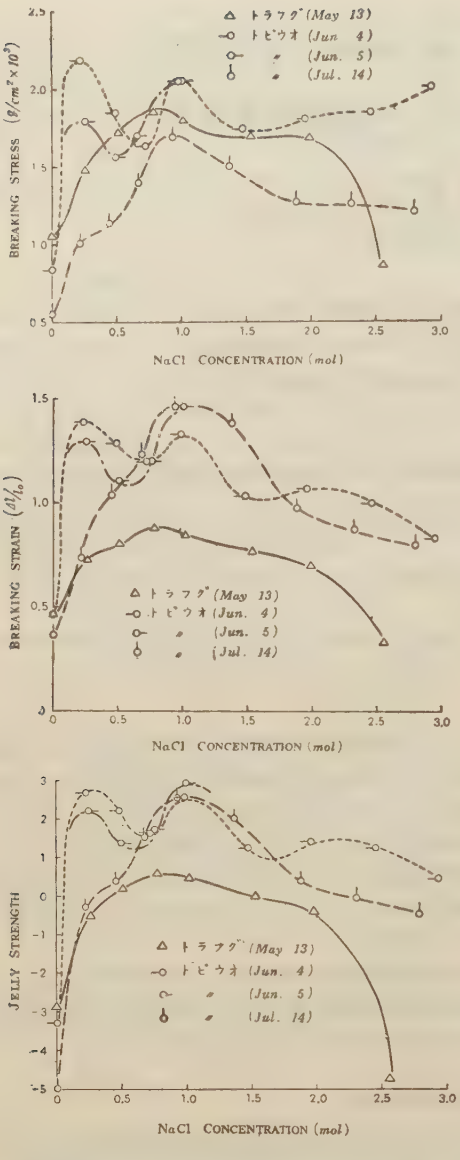


Fig. 1~3. The breaking stress, strain and jelly strength of the *Kamaboko* made of the puffer *Fugu rubripes rubripes* (TEMMINCK & SCHLEGEL) (△), and the flying fish *Cypselurus pinnatibarbatus japonicus* (FRANZ) (○) with various quantities of common salt.

又は3種の蛋白がそれぞれ溶解度の極限値を異にする結果であるとみたのである。少くとも低濃度における2つの山は2種の蛋白の存在を示唆するように思われる。しかし最低濃度における山は時々不明瞭な場合がある。それはその位置に当る蛋白が変性して不溶性に変化したためか，或はこの蛋白は中央の山に当る蛋白が変性して第二次的に生成するものと考えれば，その生成に時間的ずれがあつて，ある場合には現われ，或る場合には消失するのは当然かも知れない。

何れにしてもこの山は蛋白の溶解度と非常によく一致し，蛋白が最もよく溶解する食塩濃度で足の強さが最高に達する。これを実作業の点からみると，第1の山では食塩濃度が低きに過ぎ，調味上食塩不足であり，第2の山では食塩濃度がやや高過ぎる。普通のかまぼこの食塩濃度(0.55モル)附近は足の強さの谷に当つているが，その附近から濃度の増加に従つて足の上昇が始まつているから，食塩の添加量は多いほど足が強くなるとみてよいであろう。

要　　約

かまぼこの食塩含量と足の強さとの関係を研究した：

(1) 食塩量の増加に伴う足の強さの変化は単純ではなく3つの極限値が存在する。

(2) 少くともそのうちの2つは2種の蛋白に存在によるものと考えた。

(3) 市販かまぼこの平均食塩含量(0.55モル)附近では食塩量が多いほど足が強くなるようにみえる。

本報は文部省科学研究費による業績の一部である。

文　　献

1) 清水　亘・竹林　靖：水産製造会誌，**3**，170 (1935).

2) 志水　寛・清水　亘・池内常郎：日水会誌，**20**，295 (1954).

3) 志水　寛・清水　亘：日水会誌，**19**，596 (1953).

魚体完全利用に関する研究 Ⅳ.
イカ内臓より製造せるフイッシュ・ソリブル飼料及び二・三魚類内臓の化学成分について（その一）

川田 寛・片谷健一・高橋 喬・栗山英彌
（日本化学飼料株式会社）

Studies on the Complete Utilization of Whole Fish—Ⅳ. The Chemical Composition of Some Fish Viscera and the Fish Soluble Feed Made from Cuttle Fish Liver (1)

Hiroshi KAWADA, Kenichi KATAYA, Takashi TAKAHASHI and Hideya KURIYAMA

A good deal of fish viscera or the protein liquid after extracting oil has been abandoned every year.

The authors have studied its utilization and succeeded in the production of a fowl feed - S.P. Feed - in an industrial scale.

In the present paper described the comparative study of amino acid composition and contents of B-group vitamines in the protein of the fish viscera prepared from cuttle fish, octopus, atka mackerel and pollack. In addition above components in the S. P. Feed made from cuttle fish liver, commercial sardine meal and fish soluble (made in U. S. A.) were compared.

The results obtained were tabulated in Table 6, 7 and 8 : sixteen amino acids were determined by colorimetric paperchromatography and B-group vitamines by chemical methods except vitamine B_{12}.

Distribution of amino-acids in the viscera proteins seemed to be relatively uniform in the fish muscle proteins, irrespective of the kind of viscera. It is noticeable that methionine content in these viscera preparations is higher than in the fish muscle protein and others, although there seemed to be some difference in the content of several amino acids.

While the B-group vitamine contents of fish visceia are generally high, those of Cephalopoda are particularly rich in B_2 and B_{12}, and thus the Cephalopoda viscera seemes to be a good material for domestic fowl feed.

From the amino acid composition and vitamine contents, the fish soluble feed made from these fish viscera may be superior to sardine meal and so-called fish soluble.

緒 論

年々廃棄せられる魚類内臓は尤大な量に達するが，之が工業的利用としては主としてビタミン油に限られ採油後の廃液の工業的利用については殆どなく，又この廃液蛋白質乃至魚類内臓蛋白質に関する研究についても極めて少い状況である。筆者は先にイカ内臓採油廃液の蛋白質を原料とするフイッシュ・ソリブル飼料の製造法についてその大要を本誌[1]に（動物性蛋白質及び A.P.F. を含有する S.P. 飼料と命名し）発表したが，今回はこの種のフイッシュ・ソリブル飼料の対象原料として考慮されるイカ，タコ，ホッケ，スケトウダラの各内臓及び市販イワシフイッシュミールについて其等蛋白質の構成アミノ酸並びにビタミンB群を定量し，イカ S. P. 飼料或は米国製フイッシュ・ソリブルと比較した結果を報告する。アミノ酸の分析方

1955 年 4 月 18 日受理
本報告の一部は 1954 年 11 月名古屋に於ける日本畜産学会年会 "動物性蛋白質と A. P. F.," に関するシンポジウムに於て発表された。

法としては Fowden[2], Smith[3], 丸田等[4]の方法即ちペーパクロマトグラフィに依り分離した各 spot を截取り、アミノ酸を抽出してニンヒドリン比色する方法が最も簡便であり又精度も高いため同法を採用した。又ビタミンの分析は主として化学的比色法に依つた。

実　　験

試料の調製：試料は可及的新鮮なものを函館近辺より入手したものでイカ（1954 年 10 月）は体長 21～23 cm 体重 220～270 g のもの 30 尾，タコ（1954 年 12 月）は 80～100 cm 4～5 kg のもの 10 尾，ホッケ（1955 年 2 月）は 23～25 cm 440～450 g のものを 13 尾，スケトウダラ（1955 年 2 月）は 58cm 1.5 kg 前後のもの 3 尾を用い，何れも切開後内臓のみを取出して 50～55°C で約 30 分間緩かに攪拌して自己消化せしめて均一な試料を調製し，一部を一般分析用及びビタミン分析用試料とした。尚イカ S. P. 飼料は 1954 年 9 月当社製造のもの，イワシフイッシュミールは市販乾燥イワシ粕を粉砕し試料とした。アミノ酸分析用試料は常法通り乾燥物を粉砕しソックスレー抽出装置でエーテル抽出を行い完全に脱脂し，得たる蛋白質に 15～20 倍量の 20 % 塩酸を加へ常圧 110°C で 16～20 hrs 加水分解し，分解終了後濾過し減圧下に可及的塩酸を除いたものを適宜稀釈してペーパークロマト用試料とした。但しトリプトファン定量用試料としてアルカリ加水分解物は特に調製しなかつた。

各内臓試料の含有する臓器官及び全試料の一般分析は夫々第 1，2 表の如くであるが，第 1 表の中スケトウダラ内臓試料は特に肝臓を除外して調製した。

Table 1 Details of fish viscera samples.

Kind of fish	Internal organs
スルメイカ *Ommastrephes sloani pacificus* Steenstrup	Oesophagus, stomach, intestine, liver, panceras, gonad ink bag
ミズダコ *Polypus dofleni* Wülker	ditto
ホッケ *Pleurogrammus azonus* Jordan & Metz	Oesophagus, stomach, pyloric coeca, intestine, Hepatopancreas, kidney gonad, gall bladder, spleen, duodenum
スケトウダラ *Theragra chalcogramma* (Pallas)	Oesophagus, stomach, plyoric coeca, intestine, pancreas, kidney, gonad, spleen, gall bladder, duodenum

Table 2 Chemical composition of fish viscera, S. P. feed, sardine meal and fish soluble.

Kind of sample	Moisture	Total-N	Crude fat	Crude ash
Cuttle-fish viscera	49.90 %	2.30 %	31.36 %	1.14 %
Octopus 〃	77.05	2.50	7.20	1.52
Atka mackerel 〃	81.53	1.93	3.40	1.16
Pollack 〃	77.01	2.22	7.49	1.91
S. P. Feed	8.13	5.79	10.40	5.10
Sardine meal	7.05	10.66	7.55	15.99
Fish soluble[16]	50.00	4.80	4.00	14.00

(Per 100 parts fresh mattei)

分析方法：1) アミノ酸　ペーパークロマトグラフ操作は通常の如く東洋濾紙 No. 50 (35×35 cm) を用い二次元上昇法に依る。展開溶剤は一次元はフエノール（1 % アンモニヤ水 10 % 及び α-benzoinoxim 0.1 % 添加）二次元は n- ブタノール，醋酸，水 (4 : 1 : 2 vol.) を使用した。発色には 0.2 % ニンヒドリン n- ブタノール溶液に依る。定量操作は上記溶剤で二次元展開後殆ど Smith[3], 丸田等[4] の方法に依つた。和光純薬並に味の素 K.K. 製純アミノ酸 16 種について 1～5γ のアミノ窒素を含むアミノ酸溶液 1～2 c.c. にニンヒドリン試薬[4]を加えて発色せしめ島津製 D Ⅲ型光電比色計（フイルター波長 580 mμ，液槽厚さ 30 mm）で比色し作製した標準曲線を一部第 1～2 図に掲げた。尚上記純アミノ酸既知量 (4γ α-NH_2

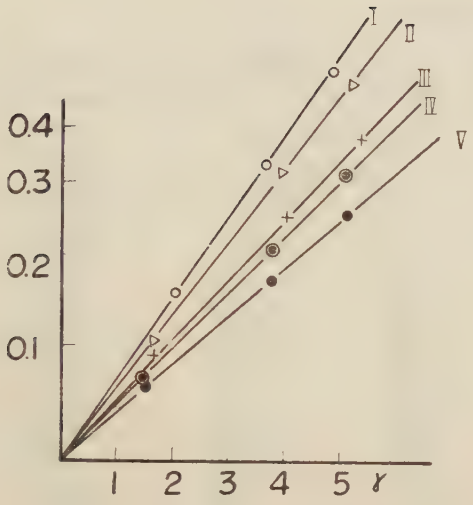


Fig. 1.

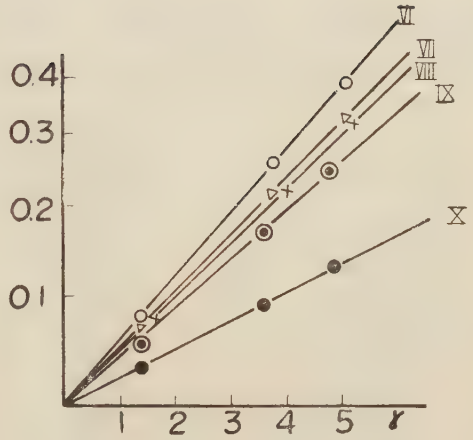


Fig. 2.

Fig. 1, 2, Relationship between color and amino nitrogen.
(I) Valine (II) Glutamic acid (III) Arginine (IV) Phenylalanine
(V) Methionine (VI) Aspartic acid (VII) Alanine (VIII) Serine
(IX) Cystine (X) Proline

Table 3. Recoveries of amino acids by two-dimentional paper-chromatography.

Amino acid	Mean percentage measurements (five results)	Standard deviation
Arginine	92	5.6
Aspartic acid	102	2.3
Glutamic acid	95	4.0
Glycine	101	3.8
Methionine	105	4.5
Tyrosine	100	2.2
Valine	96	3.4

-N)について次元展開後同様操作に依り回収率を測定したが，その結果を一部第3表に掲げた。同表より回収率は92～105％で本法はα- アミノ窒素として1～5γ のアミノ酸が±5％以内の測定誤差で充分定量する事が出来る。

2) ビタミン ビタミン B_1 はヂアスターゼ加水分解液をパームチットに吸着させて不純物を分離し，[5][6][7]後 25％ KCl 塩酸溶液で B_1 を脱着してヂアゾ化した p-aminoacetophenone と反応させて生ずる紫紅色を波長 510 mμ で比色した[8][9]。(前記光電比色計使用。以下同じ) ビタミン B_2 は試料の硫酸浸出液の共存色素を $KMnO_4$ で分解除去し残った黄色色素を波長 450 mμ で比色する方法に依った[5][10]。ニコチン酸はシアン臭素と反応して生成する γ-ピリヂニウム化物の誘導体を芳香族アミンと抱合させて比色する所謂 König 反応に依る方法を採用したが[11][12]，芳香族アミンとしては呈色度が高く又呈色時間も長い p-aminoacetophenone を使用した。ビタミン B_6 は主として福井[13]の方法に依る。即ち活性白土に吸着した B_6 を Gibbs 反応に依り生成するインドフエノールを比色する方法を採用した。コリンの定量は異項環アミン及び4級アンモニウム塩がライネッケ酸アンモニウムに依り定量的に沈澱する事を応用する György[9] 及び Jacobi[14] の方法に依った。ビタミン B_{12} はユーグレナ菌を用いる微生物定量法[5]に依り培地は酸生改良培地

を標準品は武田製"フレスミン"を用い，試料の調製は凡て熱水抽出法に依つた。

実驗結果及び考察

各アミノ酸分析試料について二次元ペーパークロマトグラフィに依つた結果第4表の如く 16 種のアミノ酸を認めた。イソロイシンも含有されると思ふが筆者等の方法ではロイシンとは明確に分離し得なかつた。

Table 4. Rf values of amino acids in fish viscera, fish meal and S.P. feed.

Amino acid	Rf value			
	Phenol (with NH_4OH added)		n-Butanol acetic acid water (4 : 1 : 2 vol.)	
	Control	Sample	Control	Sample
Alanine	0.55	0.52	0.40	0.40
Arginine	0.75	0.71	0.31	0.30
Aspartic acid	0.06	0.06	0.29	0.27
Cystine	0.11	0.12	0.18	0.17
Glycine	0.32	0.29	0.32	0.34
Glutamic acid	0.22	0.22	0.33	0.33
Histidine	0.74	0.73	0.32	0.32
Leucine	0.76	0.72	0.63	0.60
Lysine	0.60	0.60	0.20	0.26
Methionine	0.73	0.72	0.53	0.56
Proline	0.86	0.80	0.42	0.42
Phenyl alanine	0.78	0.76	0.62	0.61
Serine	0.24	0.23	0.27	0.28
Threonine	0.34	0.36	0.33	0.36
Tyrosine	0.46	0.49	0.50	0.48
Valine	0.76	0.72	0.63	0.60

Table 5. Rf value of glutathione in the cuttle fish liver and S.P. feed.

Sample	Rf value		Color
	Phenol	Butanol acetic acid water	
Cuttle-fish liver	0.010	0.150	Purple
S. P. feed	0.013	0.152	〃
Pure glutathione	0.010	0.160	〃
Pure cystine	0.110	0.180	〃

特にイカ内臓及びイカ S.P. 飼料の水抽出液については第5表の如くグルタチオンの存在を確認した。ペーパークロマトグラフィに於ては通常グルタチオンの Rf 値はシスチンのそれと極めて近似し誤り易いが明確に分離し得た。

第6表に各試料蛋白質のアミノ酸含量を掲げたがプロリンはニンヒドリン試薬に依る発色操作に難点があつたため省略した。同表から各内臓蛋白質とも肉蛋白質と殆ど同量アミノ酸を含有する許りでなくメチオニン含量の高い事が著しい特徴であつた。筆者等[5]は既にイカ内臓中に多量の d-oxyribosenucleoside 及び同 nucleotide を確認しているが，之等内臓蛋白質は主として細胞内に於て核酸成分と関連して重要な生理に関与していると考察されるが，そのアミノ酸構成より核蛋白質も比較的簡単なプロタミン，ヒストンのみならず更に複雑な配列構造をもつ高級蛋白質の存在が予想される。イカ及びタコ内臓蛋白質はホツケ内臓のそれとアミノ酸含量に於て少しく異る傾向が窺はれたが，その大部分を肝臓が占めるイカ，タコ内臓の蛋白質組成に若干差異があるためと考へられるが，この特異性については更に検討の要があろう。尚第6表に於てイカ S.P. 飼料と従来から動物性蛋白飼料として重要なイワシ・ミールと米国製フイッシュ・ソリブルの各アミノ酸を比較したがイカ S.P. 飼料はフィシュ・ソリブルに優る事は勿論であるがイワシミールとは大差なく，必須アミノ酸であるメチオニン，セリン，ロイシン，フエニールアラニン含量に於て優りバリン，スレオニン，リジン含量に於て稍劣る結果を得た。

第7，8表には B_1 以下6種の B ビタミンの定量結果を一括したが，一般に各内臓は多量の ビタミンを含有するが肝臓を除いて調製したスケトウダラ内臓試料は稍々劣り，特にイカタコ 内臓 試料の B_2，B_{12} 含

量は著しく高く好箇の飼料原料と認められた。又イカ S.P. 飼料は各ビタミン含量に於てイワシ・ミールを凌駕する事が明かとなつた。

Table 6. Amino acid composition of S.P. feed, sardine meal and fish viscera protein.

Amino acid	Cuttle fish viscera	Octopus viscera	Atka mackerel viscera	Pollack viscera	S. P. Feed	Sardine meal	Fish[16] soluble
Alanine	7.5%	7.0%	8.5%	8.6%	6.6%	6.0%	—%
Arginine	10.3	10.0	6.8	7.0	9.5	8.0	4.5
Aspartic acid	7.7	10.0	10.5	6.2	5.4	7.8	—
Cystine	1.5	1.5	0.8	trace	1.6	trace	—
Glycine	5.2	5.0	6.5	5.5	3.6	4.4	12.7
Glutamic acid	4.7	4.5	5.4	4.7	3.2	6.0	5.1
Histidine	2.4	2.4	3.2	4.7	3.9	3.0	3.4
Leucine	5.0	4.7	6.9	7.7	9.2	8.6	3.5
Lysine	5.3	5.5	4.5	6.6	4.3	13.3	4.1
Methionine	5.0	5.2	4.2	2.9	3.4	2.0	0.9
Phenylalanine	2.4	2.7	3.7	4.2	3.7	2.0	1.2
Serine	5.1	5.0	4.8	4.7	4.8	2.5	—
Threonine	3.0	2.0	2.2	1.8	2.9	3.3	1.3
Tryptophan	—	—	—	—	—	—	0.2
Tyrosine	0.8	0.7	1.9	trace	2.7	2.0	—
Valine	3.7	3.0	4.7	5.1	5.1	6.8	1.8
NH_3-N	13.8	11.7	16.6	16.6	13.1	12.0	—

(Percentage of amino acid nitrogen of the total nitrogen in the protein sample)

Table 7. B-vitamine contents of fish viscera

Kind of viscera	Thyamine (B_1)	Riboflavin (B_2)	Pyridoxine (B_6)	Niacin	Choline	Vitamine B_{12} activity
Cuttle-fish viscera	0.9 γ/g.	80.5 γ/g.	133.0 γ/g.	194.7 γ/g.	11.3 mg./g.	3.0 γ/g.
Octopus 〃	1.2	101.9	177.2	232.2	19.0	3.3
Atka makerel 〃	5.4	39.7	183.3	147.4	24.4	2.5
Pollack 〃	1.0	21.9	117.3	134.7	27.1	1.6

(Defatted dry matter)

Table 8. B-vitamine contents of S.P. feed, sardine meal and fish soluble

Kind of sample	Thyamine (B_1)	Riboflavin (B_2)	Pyridoxine (B_6)	Niacin	Choline	Vitamine B_{12} activity
S. P. feed	6.4 γ/g.	38.8 γ/g.	60.9 γ/g.	50.2 γ/g.	2.9 mg./g.	2.0 γ/g.
Sardine meal	1.2	9.0	31.1	47.4	2.6	0.4
Fish soluble[16]	4.1	18.8	11.5	320.8	4.1	0.5

(Defatted dry matter)

総　括

水産廃棄物であるイカ，タコ．ホッケ，スケトウダラ各内臓及びイカ S.P. 飼料，イワシ・ミールについて各蛋白質構成アミノ酸をペーパークロマトグラフに依る微量比色定量法により定量すると共にBビタミン含量を定量し，水産未利用資源の飼料化をはかる上に，原料的な優劣を有効成分の観点から検討した。又イカ S.P. 飼料，イワシ・フイツシユミール及び米国製フィツシュ・ソリブルを同様な観点から比較したが，その要旨は以下の通りである。

（1） 前記試料蛋白質は 16 種のアミノ酸を含有する。特にイカ内臓及びイカ S.P. 飼料についてグルタチオンの存在を認めた。

（2） 魚類内臓蛋白質はアミノ酸含量に於て魚肉蛋白質に遜色なく寧ろ数種の必須アミ酸に於て優り，就中メチオニン含量の高い事を明かにした。

（3） 魚類内臓のBビタミン含有量は一般に高く家畜飼料原料として価値の高いものであり，又イカ S.P

飼料は米国製フィッシュ・ソリブル及びイワシ・ミールに比べ B_2, B_6, B_{12} 含量に於て特に優ると認められた。

本研究に当り御指導御鞭達を賜つた日本化学飼料株式会社取締役社長竹井俊郎氏，同常務取締役小山精一氏に感謝の意を表すると共に，ユーグレナ菌を分与された慶大上田研究室に対し厚く御礼申し上げる次第であります。

文　献

1) 川田，高橋：日水会誌，**18**，536 (1953).
2) L. Fowden：*Biochem. J.*，**48**，327 (1951).
3) A. M. Smith A. H. Agiza：*Analyst*，**76**，623 (1951).
4) 丸田，鮫島，田中：農化，**28**，775 (1954).
5) 八木：〃ビタミン定量法〃 医歯薬出版社 (1954).
6) 藤原，喜田村：ビタミン B 群の定量法〃 国民科学社 (1949).
7) 西尾，藤原，喜田村：ビタミン，**1**，232，283 (1948).
8) D. Melnick Field Jr：*J. Biol. chem.*，**127**，505，515，531 (1939).
9) P. Gyorgy：〃Vitamine Methods〃 Vol. 1 Academic Press Publishers Inc. New York (1950).
10) 斎藤，高田：醸学，**20**，327，**21**，102 (1943).
11) 藤田：ビタミン，**1**，123 (1948).
12) 桂，榊田：ビタミン，**6**，904 (1953).
13) 福井：醗酵工誌，**26**，20 (1948).
14) H. P. Jacobi：*J. Biol. Chem.*，**138**，571 (1941).
15) 川田，片谷：未発表.
16) Philip R. Park, Inc. Cal. U. S. A. 発行のパンフレット。

雑　　録

○関東支部　11 月例会　11 月 22 日　於東海区水産研究所

1. 三陸沿岸に於けるサバはね釣漁業試験　高野秀昭（東海区水研）花戸忠夫（千葉水試）
2. 水中を動く網地が受ける水の抵抗－Ⅲ.　野村正恒・森敬四郎（東海区水研）
3. 同　上　－Ⅴ.　同　上
4. 漁獲時間に対する漁獲尾数の回帰と Creel census における比確定について　小野寺好之（淡水区水研）

昭和三十年十一月二十日 印刷
昭和三十年十一月二十五日 発行
第二十一巻 第七号
本号定価 110 円（送料別）

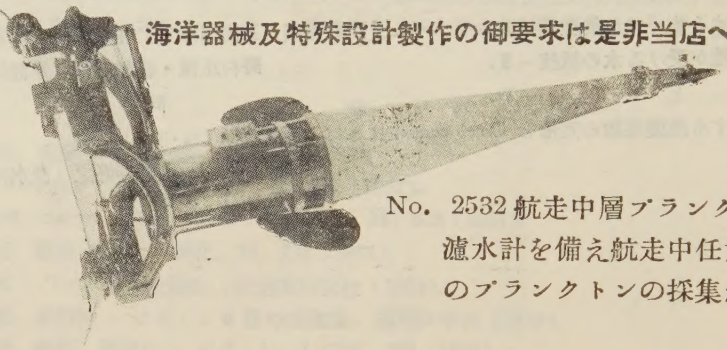
編集兼発行者　右田正男
東京都中央区月島三号地東海区水産研究所内
発行所　日本水産学会
東京都中央区月島三号地東海区水産研究所内
振替口座　東京　59529番

印刷者　加藤松次
印刷所　株式会社 東海書房
発売所　株式会社 東海書房
東京都中野区江古田3の1223
電話　中野（38）4101

R.G.S.

リゴー海洋調査器械

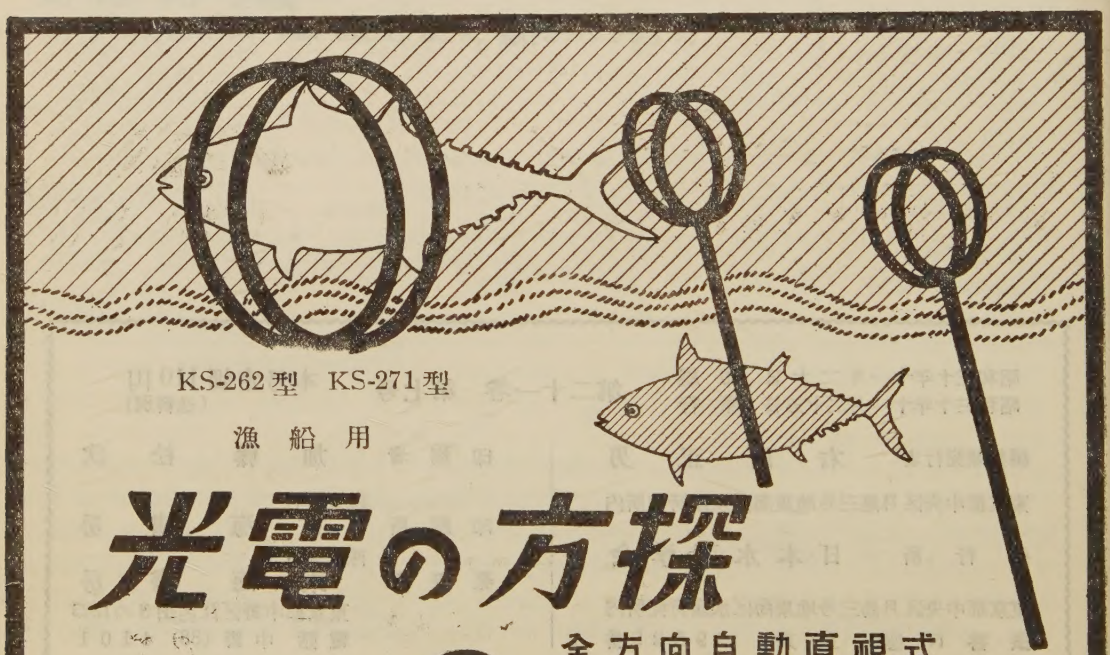
海洋器械及特殊設計製作の御要求は是非当店へ



No. 2532 航走中層プランクトンネット。
濾水計を備え航走中任意の深さ
のプランクトンの採集が出来ます。

株式会社 離合社

本　　社　東京都千代田区神田鍛冶町1～2丸石ビル4階
TEL (25) 0773・1513
大阪営業所　大阪市北区同心町1～15　TEL (35) 8019
工　　場　東　京　・　浦　和



KS-262型　KS-271型
漁船用

光電の方探

全方向自動直視式

株式會社 光電製作所

本社工場　東京都品川区大崎長者丸284の1
電話大崎(49)3265.5335.7438.7981

海底写真機

PAT. No. 190739

科研

特　徴

海底写真機には

懸吊型と浮揚型とあり前者は舷側からワイヤーで吊下げて撮影し，撮影に必要な一切の操作は船上より遠隔操作で行う。後者は撮影を終ると自動的に浮上する構造のものである。前者の撮影深度は大体 200 m 以内で後者は 600 m 以内であるが特殊の目的には更に深度のものもある。いづれも連続撮影可能である。

（携帯至便）

（カタログ進呈）

株式会社 科學研究所

東京都文京区駒込上富士前町 31 番地

TEL 大塚 (94) 1131——9

T.S.K 鶴見精機製

海洋調査観測用機器と航海計器

（捲上機）（測深儀）航海用及調査用

（手　動）250M——550M 三種

（携帯用）（河川，湖沼，石油井用）
200M。T. S. 0. 0. 型1/2馬力
T.S. バッジサーモグラフ用電動捲上機 1.5馬力

（電　動）T.S. 0 型　550M　2馬力
T.S. I 型　1500M　2馬力
T.S. II 型　3000M　3馬力
T.S. III 型　3000M-5000M 5馬力及10馬力
T.S. ヘビータイプ海洋調査用電動捲上機 15及30馬力

（自記験汐器）（水位計）水圧式，フュース式，ステブンソン式

（採水器）ナンセン式，エクマン式，北原B号，ゴム二重筒表面採水器，　T.S. トーメイ顛倒採水器（プラスチック製南日，岩宮式）
T.S. 精密採水器（水平型）

（T.S. 水深・水温記録計）（T.S. バッシサーモグラフ）100M. 200M. 300M.

（顛倒寒暖計）防圧，被圧，検定付

（油井用連装採水器）（蔵田氏噴井用点灯回転計）

（水色計）T.S. 水色計（南日式）

（傾角度盤）深度更正表付

（採泥器）2M ピストンコーアサンプラー，ドレッヂ，スナッパー式，岩宮式筒型

（プランクトン採集器）表層，中層用，植物プランクトン用
元田，井上式垂直各層別採集器
中井，岩宮式曳航採集器（濾水計，デプスレコーダー付）中井式プランクトンネット用濾水計（発停装置付）

（深度計）岩宮 2 号，6 号

（流速計）エクマンメルツ式，プライス電音式
T.S. 自記流向流速計・港研数点流速記録計
T.S. 隔測流向流速記録計，南日式電管流速計

（波高計）T.S. 小型流速計（各層連装式）

（測程儀）特許，運輸省型式承認済 T.S.-E 型シップログ
T.S. サイドログ

○ 其他の海洋調査観測器機

○ T.S. ステアリングスタンド，テレグラフ，其他の航海計器

株式会社 鶴見精機工作所

本社及工場　横浜市鶴見区鶴見町 1506

電話 鶴見 (5) 2028

出張所　東京都港区芝新橋二丁目三八番地　電話 芝 (43) 6635番
神戸市生田区海岸通二丁目二四番地（(株)岸計器製作所内
電話 元町 7998 番
下関市西細江町（市民館内日本民衆産業(株)下関営業所内
電話 0045 番
函館市末広町三四番地（株式会社本郷商店内）
電話 1584 番　2447 番

全3巻　遂に完成　12月発行

京都大学教授　松原喜代松著

魚類の形態と檢索

全三巻　A5判　防水ビニール特装

第Ⅰ巻（既刊）　本文 790 頁（挿図 289）
第Ⅱ巻　本文 590 頁（挿図 247）
語彙・学名索引・和名索引 230頁
第Ⅲ巻（図版）　461 図　136 頁

本年四月第Ⅰ巻の発刊せられるや，学界・業界に極めて大きいセンセイションをおこした本書の，第Ⅱ巻及び第Ⅲ巻（図版）を発刊することをお報せします。数えきれぬ障害を突破して，ともかく予定通りに完結発行できたことは，ひとえに，各位の絶えざる御支援によるものと更めて感謝の意を表する次第です。

内容が予想外に尨大となったことと，読者の便宜とを考慮して，図版を別冊として全3巻に改めた。しかし，価格の増加をさけるため第Ⅲ巻（図版）の製作実費だけの金額を加えて第Ⅱ・Ⅲ巻の合併定価としたので，図版だけの販売はおことわりせざるを得ない。

なお完成記念として，12 月中に限り下記の通り特別価格で頒布しいさゝかなりと御後援に対する謝意を表したいと存ずる。

定価　第Ⅰ巻　3,200円　完成記念　全3巻　6,500円
第Ⅱ巻（第Ⅱ巻共）　3,800円　特別価格（12月中）　第Ⅱ巻（第Ⅲ巻共）　3,500円

東京神田駿河台下　石崎書店　振替東京 79048

FISH MORPHOLOGY AND HIERARCHY

by

K. MATSUBARA

Prof. of Kyoto Univ.

(COMPLETE IN 3 VOLS.)

This is a remarkable result of the reserches in which prof. Matsubara put so much life and energy for the past twenty-eight years

This is the only book on the Fish Hierarchy in Japan. The hierarchy contained in this book covers all kinds of fish, with illustrations, which were found in Japan and the adjacent regions up to the end of 1954.

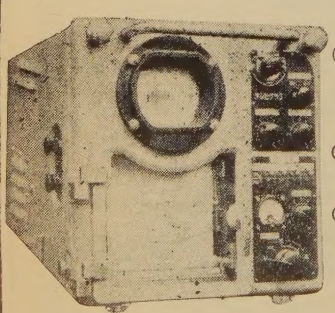
Ⅰ) 790 pp. (289 figs.)
Ⅱ) 820 pp. (247 figs., index)
Ⅲ) 461 pls.
Price $30.00
$ 14.00 for vol. Ⅰ
$ 16.00 for vols. Ⅱ and Ⅲ

ISHIZAKI SHOTEN
Publisher
24. 3-chome, Kanda
Ogawa-mati Chiyoda-Ku
Tokyo, Japan

サンケンの最新型魚探機

テレビグラフ

映像・記錄併用式
かつお…まぐろ…底曳に最適



特長

○ 魚探をしながら測深が出来る
○ 拡大探知が可能。
○ 一台分の値段で2台分の働き。

（カタログ進呈）

沼津市千本郷林1907　TEL（沼津）1626

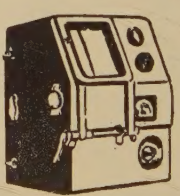
株式会社 産研 産業科學研究所

東京事務所　東京都品川区上大崎長者丸 284の1
TEL（大崎）7438

フィッシュグラフ

NECの

小型魚群探知機



小型軽量
取扱簡便
価格低廉

営業種目

各種音響測深機
各種魚群探知機
漁業用連絡無線
電気水温計

総取扱店

海上電機株式會社

本社営業所　千代田区神田錦町 1ノ19
支店　下関
出張所　神戸・清水・小樽